

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2002 年 2 月 21 日 (21.02.2002)

PCT

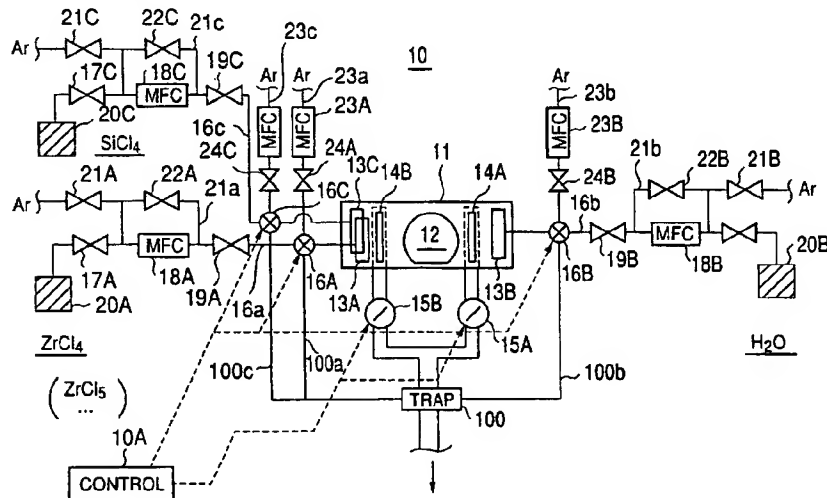
(10) 国際公開番号
WO 02/15243 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 21/205, (72) 発明者; および
21/31, C23C 16/40, 16/455 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 神力 博 (SHIN-RIKI, Hiroshi) [JP/JP]; 〒407-0192 山梨県韭崎市穂坂町三ツ沢650 東京エレクトロンAT株式会社内 Yamanashi (JP). 本間孝治 (HOMMA, Koji) [JP/JP]; 〒187-0034 東京都小平市栄町2丁目14-27 株式会社ケミトロニクス内 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/06908
- (22) 国際出願日: 2001 年 8 月 10 日 (10.08.2001)
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (74) 代理人: 伊東忠彦 (ITO, Tadahiko); 〒150-6032 東京都渋谷区恵比寿4丁目20番3号 恵比寿ガーデンプレイスタワー32階 Tokyo (JP).
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願2000-245193 2000 年 8 月 11 日 (11.08.2000) JP (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 東京エレクトロン株式会社 (TOKYO ELECTRON LIMITED) [JP/JP]; 〒107-8481 東京都港区赤坂五丁目3番6号 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR PROCESSING SUBSTRATE

(54) 発明の名称: 基板処理装置および処理方法



(57) Abstract: A substrate processing device, comprising a processing container, first and second processing gas feed ports provided in the processing container so as to be opposed to each other across a processed substrate, and slit-like first and second discharge ports provided in the first and second processing gas feed ports so as to be opposed to each other across the processed substrate and generally orthogonal to the flows of first and second processing gases, wherein the first processing gas is allowed to flow from the first processing gas feed port to the first discharge gas port along the surface of the processed substrate and sucked to the surface of the processed substrate, and then the second processing gas is allowed to flow from the second processing gas feed port to the second discharge port along the surface of the processed substrate, whereby, because the second processing gas reacts the sucked first processing gas molecules sucked, a high dielectric substance film of one-molecule layer can be formed.

[続葉有]



(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

基板処理装置は処理容器と、前記処理容器中に被処理基板を挟んで対向するように設けられた第1および第2の処理ガス供給口と、前記第1および第2の処理ガス供給口に前記被処理基板を挟んで対向するように設けられ、かつ第1および第2の処理ガスの流れに略直交して設けられたスリット状の第1および第2の排気口を備える。第1の処理ガスが前記第1の処理ガス供給口から前記第1の排気口の方に、前記被処理基板表面に沿って流され、被処理基板表面に吸着される。次に第2の処理ガスが第2の処理ガス供給口から前記第2の排気口の方に、前記被処理基板表面に沿って流され、第2の処理ガスが先に吸着されていた第1の処理ガス分子と反応することにより、1分子層の高誘電体膜が形成される。

明細書

基板処理装置および処理方法技術分野

- 5 本発明は半導体装置に係り、特に高誘電体膜を有する超微細化高速半導体装置の製造に使われる基板処理装置および基板処理方法に関する。

今日の超高速高速半導体装置では、微細化プロセスの進歩とともに、 $0.1\mu\text{m}$ 以下のゲート長が可能になりつつある。一般に微細化とともに半導体装置の動作速度は向上するが、このように非常に微細化された半導体装置では、ゲート絶縁膜の膜厚を、微細化によるゲート長の短縮に伴って、スケーリング則に従って減少させる必要がある。

10

背景技術

- しかしゲート長が $0.1\mu\text{m}$ 以下になると、ゲート絶縁膜の厚さも、 SiO_2 を使った場合、 $1\sim 2\text{nm}$ 、あるいはそれ以下に設定する必要があるが、このように非常に薄いゲート絶縁膜ではトンネル電流が増大し、その結果ゲートリーク電流が増大する問題を回避することができない。
- 15

このような事情で従来より、比誘電率が SiO_2 膜のものよりもはるかに大きく、このため実際の膜厚が大きくても SiO_2 膜に換算した場合の膜厚が小さい Ta_2O_5 、 Al_2O_3 、 ZrO_2 、 HfO_2 、 ZrSiO_4 、 HfSiO_4 のような高誘電体材料をゲート絶縁膜に対して適用することが提案されている。このような高誘電体材料を使うことにより、ゲート長が $0.1\mu\text{m}$ 以下と、非常に微細な超高速半導体装置においても $2\sim 5\mu\text{m}$ 程度の膜厚のゲート絶縁膜を使うことができ、トンネル効果によるゲートリーク電流を抑制することができる。

- 25 このような高誘電体ゲート絶縁膜を Si 基板上に形成する際には、高誘電体ゲート絶縁膜を構成する金属元素が Si 基板中に拡散するのを抑制するために、厚さが 1nm 以下、典型的には 0.8nm 以下の SiO_2 膜を前記 Si 基板上にベース酸化膜として形成し、かかる非常に薄い SiO_2 ベース酸化膜上に前記高誘電体ゲート絶縁膜を形成する必要がある。その際、前記高誘電体ゲート絶縁膜を、膜

中に界面準位などの欠陥が形成されないように形成しなければならない。また、かかる高誘電体ゲート絶縁膜を前記ベース酸化膜上に形成する際に、組成を前記ベース酸化膜に接する側から高誘電体ゲート絶縁膜上主面に向かって、 SiO_2 を主とする組成から高誘電体を主とする組成に徐々に変化させるのが好ましい。

- 5 高誘電体ゲート絶縁膜を欠陥を含まないように形成しようとする、荷電粒子が関与するプラズマプロセスを使うことはできない。例えばかかる高誘電体ゲート絶縁膜をプラズマCVD法で形成すると、膜中にホットキャリアのトラップとして作用する欠陥がプラズマダメージの結果として形成されてしまう。

- 一方、かかる高誘電体ゲート絶縁膜を熱CVD法により形成しようとする、
10 下地となるベース絶縁膜の性質により、膜厚が大きく変動することが、先に本発明の発明者により見出された。換言すると、かかる高誘電体ゲート絶縁膜を従来のCVD法で形成しようとする、膜表面が不規則になり、かかる表面が不規則なゲート絶縁膜上にゲート電極を形成した場合、半導体装置の動作特性が劣化してしまう。

15

発明の開示

そこで、本発明は上記の課題を解決した、新規で有用な基板処理方法および処理装置を提供することを概括的課題とする。

- 本発明のより具体的な課題は、基板上に欠陥を含まない高誘電体膜を、効率よく形成できる基板処理装置および基板処理方法を提供することにある。
20

本発明の他の課題は、

処理容器と、

前記処理容器中に、前記被処理基板を保持可能に設けられた基板保持台と、

- 前記処理容器中、前記基板保持台の第1の側に形成され、前記基板保持台上の
25 前記被処理基板表面に第1の処理ガスを、前記第1の処理ガスが前記被処理基板表面に沿って、前記第1の側から前記第1の側に対向する第2の側に向かって流れるように供給する第1の処理ガス供給部と、

前記処理容器中、前記基板保持台の前記第2の側に形成された第1の排気口と、

前記処理容器中、前記基板保持台の前記第2の側に形成され、前記基板保持台

上の前記被処理基板表面に第 2 の処理ガスを、前記第 2 の処理ガスが前記被処理基板表面に沿って、前記第 2 の側から前記第 1 の側に向かって流れるように供給する第 2 の処理ガス供給部と、

前記処理容器中、前記基板保持台の前記第 1 の側に形成された第 2 排気口を備えたことを特徴とする基板処理装置を提供することにある。

本発明のその他の課題は、

処理容器と、前記処理容器中に、前記被処理基板を保持可能に設けられた基板保持台と、前記処理容器中、前記基板保持台の第 1 の側に形成された第 1 の処理ガス供給部と、前記処理容器中、前記基板保持台の第 2 の、前記第 1 の側に対向する側に形成された第 1 の排気口と、前記処理容器中、前記基板保持台の前記第 2 の側に形成された第 2 の処理ガス供給部と、前記処理容器中、前記基板保持台の前記第 1 の側に形成された第 2 排気口を備えた基板処理装置を使った基板処理方法であって、

前記第 1 の処理ガス供給部から第 1 の処理ガスを、前記被処理基板表面に沿って前記第 1 の側から前記第 2 の側に流し、前記被処理基板表面に第 1 の処理を行う工程と、

前記第 2 の処理ガス供給部から第 2 の処理ガスを、前記被処理基板表面に沿って前記第 2 の側から前記第 1 の側に流し、前記被処理基板表面に第 2 の処理を行う工程をよりなり、

前記第 1 の処理を行う工程では、前記第 2 の排気口の排気量を前記第 1 の排気口の排気量よりも減少させ、

前記第 2 の処理を行う工程では、前記第 1 の排気口の排気量を前記第 2 の排気口の排気量よりも減少させることを特徴とする基板処理方法を提供することにある。

本発明のその他の課題は、

処理容器と、

前記処理容器中に、前記被処理基板を保持可能に設けられた基板保持台と、

前記処理容器中、前記基板保持台の第 1 の側に形成され、前記基板保持台上の前記被処理基板表面に処理ガスを、前記処理ガスが前記被処理基板表面に沿って、

前記第 1 の側から前記第 1 の側に対向する第 2 の側に向かって流れるように供給する処理ガス供給部と、

前記処理容器中、前記基板保持台の前記第 2 の側に形成された第 1 の排気口と、

5 前記処理容器中、前記基板保持台の前記第 2 の側に形成され、前記基板保持台上の前記被処理基板表面にラジカルを、前記ラジカルが前記被処理基板表面に沿って、前記第 2 の側から前記第 1 の側に向かって流れるように供給するラジカル源と、

前記処理容器中、前記基板保持台の前記第 1 の側に形成された第 2 排気口を備えたことを特徴とする基板処理装置を提供することにある。

10 本発明によれば、処理容器中に被処理基板を挟んで対向するように第 1 および第 2 の処理ガス導入口を設け、さらに前記被処理基板を挟んで前記第 1 および第 2 の処理ガス導入口に対向するように、第 1 および第 2 の排出口を設け、前記第 1 の処理ガス導入口より第 1 の処理ガスを前記処理容器中に導入し、前記被処理基板表面に沿って流した後、前記第 1 の排出口より排出し、次に前記第 2 の処理ガス導入口あるいはプラズマ源より第 2 の処理ガスあるいはラジカルを導入し、
15 前記被処理基板表面に沿って流して先に前記被処理基板表面に吸着されていた前記第 1 の処理ガス分子と反応させた後、前記第 2 の排出口より排出する工程により、前記被処理基板上に、高誘電体膜を 1 分子層ずつ積層しながら形成することが可能になる。

20 本発明の他の目的及び特徴は、以下に説明する本発明の好ましい実施例についての詳細な説明より明らかとなろう。

図面の簡単な説明

図 1 A、1 B は、本発明の原理を説明する図；

25 図 2 は、本発明の第 1 実施例による基板処理装置の構成を示す図；

図 3 は、図 2 の基板処理装置の一部を詳細に示す図；

図 4 A、4 B は、図 3 の基板処理装置の一変形例を示す図；

図 5 は、本発明の第 2 実施例による基板処理方法を示すフローチャート；

図 6 は、本発明の第 2 実施例の一変形例による基板処理方法を示すフローチャ

ート；

図 7 ～ 図 9 は、本発明の第 3 実施例による基板処理方法を示すフローチャート；

図 10 ～ 図 12 は、本発明の第 3 実施例による基板処理方法の別の例を示すフローチャート；

図 13 A、13 B は、本発明の第 4 実施例による切替バルブの構成を示す図；
図 14 は、本発明の第 5 実施例による基板処理装置の構成を示す図；
図 15 は、本発明の第 6 実施例による基板処理装置の構成を示す図；
図 16 は、本発明の第 7 実施例による基板処理装置の構成を示す図；
10 図 17 は、本発明の第 8 実施例による基板処理装置の構成を示す図；
図 18 A ～ 18 D は、本発明の第 9 実施例による様々な基板処理装置の構成を示す図；

図 19 は、本発明の第 10 実施例による基板処理装置の構成を示す図；
図 20 は、図 19 の基板処理装置の一部を詳細に示す図；
15 図 21 A ～ 21 D は、図 20 の一部を詳細に示す図；
図 22 は、図 19 の基板処理装置の一部を詳細に示す図；
図 23 A ～ 23 C は、図 22 の一部を詳細に示す図；
図 24 は、図 22 の一部を詳細に示す図；
図 25 A、25 B は、図 19 の基板処理装置の排気系の構成例を示す図；
20 図 26 は、図 19 の基板処理装置の排気系の別の構成例を示す図；
図 27 は、図 19 の基板処理装置の基板搬入出部の構成を示す図；
図 28 は、図 19 の基板処理装置において被処理基板を回転させた場合の効果を示す図；

図 29 は、図 19 の基板処理装置において、処理ガスを交互に供給した場合の
25 パージ時間短縮効果を示す図；

図 30 は、本発明の第 11 実施例による基板処理装置の構成を示す図である。

発明を実施するための最良の態様

[原理]

図 1 A, 1 B は本発明の原理を示す。

図 1 A, 1 B を参照するに、被処理基板 2 を保持する処理容器 1 には前記被処理基板 2 に対して第 1 の側に第 1 の処理ガス供給口 3 A が設けられており、また前記被処理基板 2 に対して第 2 の、前記第 1 の側に対向する側には第 1 の排気口 4 A が設けられている。さらに前記処理容器 1 には、前記第 2 の側に第 2 の処理ガス供給口 3 B が設けられており、また前記第 1 の側には第 2 の排気口 4 B が設けられている。前記第 1 の処理ガス供給口 3 A には第 1 の原料切替弁 5 A を介して第 1 の処理ガス A が供給され、前記第 2 の処理ガス供給口 3 B には第 2 の原料切替弁 5 B を介して第 2 の処理ガス B が供給される。さらに、前記第 1 の排気口 4 A は第 1 の排気量調整弁 6 A を介して排気され、前記第 2 の排気口 4 B は第 2 の排気量調整弁 6 B を介して排気される。

最初に図 1 A の工程において、前記第 1 の原料切替弁 5 A を介して前記第 1 の処理ガス A を前記第 1 の処理ガス供給口 3 A に供給し、前記処理容器 1 中において前記第 1 の処理ガス A を前記被処理基板表面に吸着させる。その際、前記第 1 の処理ガス供給口 3 A に対向する前記第 1 の排気口 4 A を駆動することで前記被処理基板表面に沿って前記第 1 の処理ガスは、前記第 1 の処理ガス供給口 3 A から前記第 1 の排気口 4 A まで第 1 の方向に流れる。

次に図 1 B の工程において、前記第 2 の原料切替弁 5 B を介して前記第 2 の処理ガス B を前記第 2 の処理ガス供給口 3 B に供給し、前記処理容器 1 中において前記第 2 の処理ガス B を前記被処理基板 2 の表面に沿って流す。その結果、前記第 2 の処理ガス B は先に前記被処理基板表面に吸着した前記第 1 の処理ガス分子に作用し、前記被処理基板表面に高誘電体分子層が形成される。その際、前記第 2 の処理ガス供給口 3 B に対向する前記第 2 の排気口 4 B を駆動することで前記被処理基板表面に沿って前記第 2 の処理ガスは、前記第 2 の処理ガス供給口 3 B から前記第 2 の排気口 4 B まで第 2 の方向に流れる。

さらに前記図 1 A および 1 B の工程を繰り返すことにより、前記被処理基板 2 上に所望の高誘電体膜が形成される。

その際、前記図 1 A の工程では前記第 2 の原料切替弁 5 B からの前記第 2 の処理ガス供給口 3 B への前記第 2 の処理ガス B の供給は遮断され、また前記図 1 B

の工程では前記第 1 の原料切替弁 5 A からの前記第 1 の処理ガス供給口 3 A への前記第 1 の処理ガス A の供給は遮断されるが、図 1 A の工程において前記第 1 の処理ガス供給口 3 A から導入された前記第 1 の処理ガス A が対向する第 2 の処理ガス供給口 3 B 中に侵入し、析出物を生じるのを回避するために、図 1 A の工程では前記第 2 の原料切替弁 5 B から前記第 2 の処理ガス供給口 3 B に不活性ガスを供給するのが好ましい。同様に、図 1 B の工程においては前記第 1 の原料切替弁 5 A から前記第 1 の処理ガス供給口 3 A に不活性ガスを供給するのが好ましい。さらに図 1 A の工程では前記第 1 の排気量調整弁 6 A は前記被処理基板 2 の表面を通過した前記第 1 の処理ガスを排気すべく大きな開弁度に設定されるが、前記第 2 の排気量調整弁 6 B は、高温での弁開閉動作に鑑み、完全に遮断するのではなく、例えば 3 % 以下の小さな開弁度に設定しておくのが好ましい。同様に図 1 B の工程でも、前記第 2 の排気量調整弁 6 B は大きな開弁度に設定されるが前記第 1 の排気量調整弁 6 A も完全に遮断するのではなく、例えば 3 % 以下の小さな開弁度に設定しておくのが望ましい。

前記処理容器は、前記第 1 および第 2 の処理ガスが前記被処理基板 2 の表面をシート状の層流で流れるように平坦な形状に形成するのが好ましく、また前記第 1 および第 2 の処理ガス供給口 3 A、3 B も対応した平坦な、スリット状の開口部を有するのが好ましい。さらに、前記第 1 および第 2 の排気口 4 A、4 B も、前記第 1 あるいは第 2 の処理ガスが流れる方向に対して略直交する方向に延在するスリット状に形成するのが好ましい。また、処理ガスの流れ方向に対して直交するスリットから下方に均等に排気を行うことにより、シート状の処理ガスの流れが乱されることがない。

本発明の基板処理装置において、前記第１の処理ガスとしてＺｒもしくはＡｌ
もしくはＹもしくはＴｉもしくはＬａを含む原料を使い、前記第２の処理ガスと
25 して酸化性ガスを使うことにより、ＺｒもしくはＡｌもしくはＹもしくはＴｉも
しくはＬａの酸化物層を被処理基板上に形成することができる。

さらに本発明の基板処理装置において、前記第 3 の処理ガスとして前記第 1 の処理ガスとは異なる成膜ガスを使い、これを前記第 2 の処理ガスと組み合わせることにより、前記被処理基板上に $ZrSiO_x$, $HfSiO_x$, $AlSiO_x$, Y

SiO_x , TiSiO_x , LaSiO_x あるいは ZrAlO_x , HfAlO_x , YAlO_x , TiAlO_x , LaAlO_x 等の三元系酸化物層を形成することができる。

ところで、図1 A, 1 Bに示す本発明の基板処理装置では、図1 Aの工程において処理容器1中に処理ガス供給口3 Aから処理ガスAを導入した後、図1 Bの工程において処理ガス供給口3 Bからパージガスあるいは処理ガスBを導入した場合、処理容器1中に残留している処理ガスAはパージガスあるいは処理ガスBの流れに乗って排気口4 Bより速やかに排出され、前記処理容器1内における処理ガスAの残留濃度は急激に低下する。同様に、図1 Bの工程において処理容器1中に処理ガス供給口3 Bから処理ガスBを導入した後、図1 Aの工程に戻って処理ガス供給口3 Aからパージガスあるいは処理ガスAを導入した場合、処理容器1中に残留している処理ガスBはパージガスあるいは処理ガスAの流れに乗って排気口4 Aより速やかに排出され、前記処理容器1内における処理ガスBの残留濃度は急激に低下する。

特に本発明の装置では、処理ガスBを導入する導入口3 Bの周辺において処理ガスBの濃度が数%程度であっても、排気を排気口4 Bから排気口4 Aに切り替えて行っているため、被処理基板2が配置されている領域では、処理ガスBの濃度は十分に低くなり、処理ガスAによる処理が影響されることはない。

これに対し、処理ガス導入口3 Bおよびこれに対応する排気口4 Bを省略した構成の基板処理装置では、処理ガス導入口3 Aから導入される処理ガスAをパージガスあるいは処理ガスBに切替えても処理ガスAが前記処理容器1中に残留しやすく、残留処理ガスAの濃度が処理ガスBによる処理に十分な程度まで減少するのに長い時間を要する。

本発明では、処理ガスAの処理工程と処理ガスBの処理工程との間において、被処理基板の両端側から排気する工程を設けることも可能であり、従来の片側からだけ排気する装置よりも、処理ガスを被処理基板表面から容易に排気することが可能になる。

このように、図1 A, 1 Bに示す本発明の基板処理装置は、被処理基板を処理ガスAおよびBで交互に処理する場合にサイクル時間を短縮することが可能な利点を有する。

[第1実施例]

図2は、本発明の第1実施例による基板処理装置10の構成を示す。

図2を参照するに、前記基板処理装置10は被処理基板12を隔てて互いに対
5 向する処理ガス導入口13Aおよび13Bと、前記被処理基板12を隔てて前記
処理ガス導入口13Aおよび13Bにそれぞれ対向する排気口14A、14Bと
を備えた処理容器11を含み、前記排気口14Aおよび14Bはそれぞれコンダ
クタンسバルブ15Aおよび15Bを介してトラップ100に接続され、前記処
理容器11は前記トラップ100を介して排気される。

10 さらに、前記処理容器11には、前記処理ガス導入口13Aに隣接して、別の
処理ガス導入口13Cが、前記排気口14Aに対向するように形成されている。

前記処理ガス導入口13Aは切替バルブ16Aの第1の出口に接続され、前記
切替バルブ16Aはバルブ17A、質量流量コントローラ18A、および別のバ
ルブ19Aを含む第1の原料供給ライン16aを介してZrCl₂を保持する原
15 料容器20Aに接続される。さらに、前記第1の原料供給ライン16aに隣接し
て、バルブ21A、22Aを含み、Ar等の不活性ガスを供給するパージライン
21aが設けられる。

さらに、前記切替バルブ16Aには、Ar等の不活性ガス源に接続され、質量
流量コントローラ23Aおよび24Aを含むバルブパージライン23aが接続さ
20 れ、前記切替バルブ16Aの第2の出口はパージライン100aを介して前記ト
ラップ100に接続される。

同様に、前記処理ガス導入口13Bは切替バルブ16Bの第1の出口に接続さ
れ、前記切替バルブ16Bはバルブ17B、質量流量コントローラ18B、およ
び別のバルブ19Bを含む第1の原料供給ライン16bを介してH₂Oを保持す
25 る原料容器20Bに接続される。さらに、前記第1の原料供給ライン16bに隣
接して、バルブ21B、22Bを含み、Ar等の不活性ガスを供給するパージラ
イン21bが設けられる。

さらに、前記切替バルブ16Bには、Ar等の不活性ガス源に接続され、質量
流量コントローラ23Bおよび24Bを含むバルブパージライン23bが接続さ

れ、前記切替バルブ16Bの第2の出口はパージライン100bを介して前記トラップ100に接続される。

さらに前記処理ガス導入口13Cは切替バルブ16Cの第1の出口に接続され、前記切替バルブ16Cはバルブ17C、質量流量コントローラ18C、および別のバルブ19Cを含む第1の原料供給ライン16cを介してSiCl₄を保持する原料容器20Cに接続される。さらに、前記第1の原料供給ライン16cに隣接して、バルブ21C、22Cを含み、Ar等の不活性ガスを供給するパージライン21cが設けられる。

さらに、前記切替バルブ16Cには、Ar等の不活性ガス源に接続され、質量流量コントローラ23Cおよび24Cを含むバルブパージライン23cが接続され、前記切替バルブ16Cの第2の出口はパージライン100cを介して前記トラップ100に接続される。

また、図2の基板処理装置10には成膜プロセスを制御する制御装置10Aが設けられ、前記制御装置10Aは後ほど図4～図7で説明するように、前記切替バルブ16A～16Cおよびコンダクタンスバルブ15Aおよび15Bを制御する。

図3は、図2の処理室11を含む部分の詳細を示す。

図3を参照するに、前記処理室11中には石英反応容器110が保持され、前記被処理基板12は前記石英反応容器110中に保持される。前記処理室11中には前記石英反応容器110に隣接してヒータ111A～111Fが設けられ、基板温度を所定の処理温度に保持する。

また前記処理ガス導入口13A、13Bは前記被処理基板12の表面に沿って処理ガスを流すように平坦な形状に形成され、またその位置も前記被処理基板12表面のやや上方に設定される。また、これに伴って前記反応容器110も平坦な形状に形成され、その結果平坦な形状の処理ガス導入口13Aから導入されたZrCl₄などの第1の処理ガスは前記石英反応容器110中を前記被処理基板12の表面に沿って層流となって流れ、前記排気口14Aより排出される。その際に、前記第1の処理ガスは前記被処理基板表面に吸着され、前記被処理基板表面は1分子層程度の処理ガス分子により覆われる。一方、前記処理ガス導入口1

3 Bから導入された H_2O 等の第2の処理ガスは前記石英反応容器110中を前記被処理基板12の表面に沿って層流となって流れ、前記排気口14Aより排出されるが、その際に先に前記被処理基板12の表面を覆っていた第1の処理ガス分子と反応し、その結果前記被処理基板12の表面には1分子層程度の非常に薄い ZrO_2 膜が形成される。

そこで、このような吸着工程と反応工程とを、間にパージ工程を挟みながら繰り返すことにより、前記被処理基板12の表面に非常に薄い ZrO_2 等の高誘電体膜を形成することが可能になる。また、前記 ZrO_2 分子層を形成した後、前記処理ガス導入口13Cより $SiCl_4$ 等の第3の処理ガスを導入することにより、前記 ZrO_2 分子層上に SiO_2 分子層を形成することが可能で、このような工程を、間にパージを挟みながら繰り返すことにより、 $ZrSiO_4$ 組成の高誘電体膜を形成することができる。

前記被処理基板12上の $ZrSiO_4$ 膜を形成する際の一例では、前記被処理基板12は $200 \sim 450^\circ C$ の温度に保持され、前記 $ZrCl_4$ ガスおよび $SiCl_4$ ガスは、反応容器110内圧を $0.13 \sim 13.3 kPa$ ($1 \sim 100 Torr$) に設定した状態で、それぞれ $1 \sim 1000 SLM$ および $0.1 \sim 1000 SLM$ の流量で、不活性ガスをキャリアガスとして使いながら供給する。不活性キャリアガスの流量を増加させることは、均一な層流を形成するのに有効である。前記不活性ガスの流量は、原料ガスの流量の1倍から100倍の範囲で選ばれる。

なお、図3の構成には、図示はされていないが、前記処理ガス導入口13Aに並んで、前記 $SiCl_4$ を導入する処理ガス導入口13Cが設けられる。

本実施例において、前記原料容器20Aに格納される原料は $ZrCl_4$ に限定されるものではなく、 $HfCl_4$ あるいは $TaCl_5$ 等の原料であってもよい。これらの原料は室温では固体であり、気化させるためには、前記原料容器20A中に Ar 等のキャリアガスを供給しながら $200^\circ C$ 以上の温度に加熱する。

図4A、4Bは、被処理基板を搬送する際に、搬送アームにより被処理基板を処理容器11内に搬送する場合に、被処理基板の上下搬送に連動させて石英反応容器110の上部110Aを上下させることにより、図4Bに示すプロセス時において、前記石英反応容器110の前記上部110Aと下部110Bとの距離を、

図4Aに示す搬送時よりも小さくすることを特徴とする本発明第1実施例の一変
形例による反応容器110の構成を示す。すなわち、本実施例では、前記石英反
応容器110は上部110Aと下部110Bとより構成されている。

図4A、Bを参照するに、このようにプロセス時において前記石英反応容器1
5 110の上部110Aと下部110Bとの間の距離を短くすることにより、原料ガ
スを被処理基板表面に沿って均一に流すことが可能になる。なお、図4A、4B
の構成では、被処理基板の上下移動に連動して石英反応容器上部110Aの位置
を上下させたが、必ずしも連動させなくても、搬送時に搬送スペースが広がるよ
うな構成において、プロセス時に被処理基板と前記石英反応容器上部110Aと
10 の間の距離が短縮されるような構成であれば上記所望の効果が得られる。

[第2実施例]

図5は、図2、3の基板処理装置10において被処理基板12上に ZrO_2 膜を
1分子層ずつ形成する際に、前記制御装置10Aの制御の下に実行される本発明
15 の第2実施例による処理シーケンスを示すフローチャートである。

図5を参照するに、最初の工程1において、前記コンダクタンスバルブ15A、
15Bは開放され、前記切替バルブ16Aおよび16Bは、いずれも処理ガス供
給ライン16a、16b中の処理ガスをそれぞれパージライン100aおよび1
00bを介してトラップ100に供給するように第1の状態、すなわちパージ状
20 態に制御される。その結果前記反応容器110中には前記パージライン23a中
のArガスが、また前記パージライン23b中のArガスが、それぞれ処理ガス
導入口13Aおよび13Bを介して供給される。このようにして供給されたAr
パージガスは、それぞれ前記排出口14Aおよび14Bからトラップ100に排
出される。

25 次に工程2において、前記コンダクタンスバルブ15Aの開度が増大され、コン
ダクタンスバルブ15Bの開度が減少される。その結果、前記反応容器110中
には前記ガス導入口13Aから排出口14Aへのガスの流れが生じる。前記排気
口14A、14Bにおける排気を前記コンダクタンスバルブ15A、15Bのコ
ンダクタンスの調整により制御することにより、高温の排気を遮断弁によりオン

オフする場合よりも信頼性の高い排気制御を行うことができる。また連続的に排気が切り替えられるため、前記反応容器 110 中における気流が乱れることが少ない。

次に工程 3 において前記切替バルブ 16 A が前記第 1 の状態から第 2 の状態に
5 切り替えられ、前記処理ガス供給ライン 16 a 中の $ZrCl_4$ ガスが前記第 1 の処理ガス導入口 13 A から前記反応容器 110 中に導入される。このようにして導入された $ZrCl_4$ ガスは先に説明したように、層流となって前記被処理基板 12 の表面を流れ、前記排出口 14 A より排出される。かかる工程により、前記被処理基板 12 の表面には $ZrCl_4$ が 1 分子層程度吸着される。前記工程 3 において
10 は、前記第 2 の切替バルブ 16 B は前記第 1 の状態にあり、ライン 23 a 中の Ar パージガスが前記第 2 の処理ガス導入口 13 B から前記反応容器 110 中に導入される。その結果、前記第 1 の処理ガス導入口 13 A から導入された $ZrCl_4$ 処理ガスが前記第 2 の処理ガス導入口 13 B に侵入し、析出物を生じる問題が回避される。

15 次に工程 4 において前記切替バルブ 16 A が元の第 1 の状態に戻され、前記反応容器 110 中が Ar ガスによりパージされる。

この際、前記コンダクタンスバルブ 15 A, 15 B を共に最大開度として、被処理基板の両端より排気することも有効である。あるいは、処理時間を短縮する
20 目的から、この工程を設けずに次の工程へ進むことも可能である。この場合の処理シーケンスは、図 6 のフローチャートのようにになる。

次に工程 5 において前記コンダクタンスバルブ 15 B の開弁度を増大させ、コンダクタンスバルブ 15 A の開弁度を減少させ、前記反応容器 110 中に前記反応容器 110 中に前記ガス導入口 13 B から排出口 14 B へのガスの流れを形成する。

25 さらに工程 6 において前記切替バルブ 16 B が第 2 の状態、すなわち開放状態に切り替えられ、前記処理ガス供給ライン 16 b 中の H_2O が前記処理ガス供給口 13 B を介して前記前記反応容器 110 中に導入される。このようにして導入された H_2O ガスは先に説明したように、層流となって前記被処理基板 12 の表面を流れ、前記排出口 14 B より排出される。かかる工程により、前記被処理基板 1

2の表面において、先に吸着していた $ZrCl_4$ 分子層と H_2O とが反応し、1分子層程度の ZrO_2 膜が形成される。前記工程6においては、前記第1の切替バルブ16Aは前記第1の状態にあり、ライン23a中のArパージガスが前記第1の処理ガス導入口13Aから前記反応容器110中に導入される。その結果、前記第2の処理ガス導入口13Bから導入された H_2O が前記第1の処理ガス導入口13Aに侵入し、析出物を生じる問題が回避される。

前記工程6の後、処理プロセスは前記工程1に戻り、さらに工程1～工程6を繰り返すことにより、前記 ZrO_2 分子層上に次の ZrO_2 分子層を形成する。このように、前記工程1～工程6を繰り返し実行することにより、前記被処理基板12上に任意の厚さの ZrO_2 膜を一分子層ずつ積層することにより形成することができる。

なお、以上の工程1～工程6において、前記処理ガス導入口13Cは第1のパージ状態に固定されている。

前記原料容器20A中に格納される原料を $ZrCl_4$ の代わりに $HfCl_4$ あるいは $TaCl_5$ に置き換えることにより、本実施例により HfO_2 膜あるいは Ta_2O_5 膜を、1分子層毎の積層により形成することができる。

なお、前記原料容器20A中に格納される原料は上記の特定の原料に限定されるものではなく、 $ZrCl_4$ と、 $ZrBr_4$ と、 $Zr(I-OC_3H_7)_4$ と、 $Zr(n-OC_4H_9)_4$ と、 $Zr(t-OC_4H_9)_4$ と、 $Zr(AcAc)_4$ と、 $Zr(DPM)_4$ と、 $Zr(O-iPr)(DPM)_3$ と、 $Zr(HFA)_4$ と、 $Zr(BH_4)_4$ と、 $Zr(N(CH_3)_2)_4$ と、 $Zr(N(C_2H_5)_2)_4$ とよくなる群より、あるいは $(C_2H_5)_2AlN_3$ と、 $(C_2H_5)_2AlBr$ と、 $(C_2H_5)_2AlCl$ と、 $(C_2H_5)_2AlI$ と、 $(I-C_4H_9)AlH$ と、 $(CH_3)_2AlNH_2$ と、 $(CH_3)_2AlCl$ と、 $(CH_3)_2AlH$ と、 $(CH_3)_2AlH:N(CH_3)_2C_2H_5$ と、 $AlH_3:N(CH_3)_2C_2H_5$ と、 $Al(C_2H_5)Cl_2$ と、 $Al(CH_3)Cl_2$ と、 $Al(C_2H_5)_3$ と、 $Al(I-C_4H_9)Al$ と、 $Al(I-OC_4H_9)_3$ と、 $AlCl_3$ と、 $Al(CH_3)_3$ と、 $AlH_3:N(CH_3)_3$ と、 $Al(AcAc)_3$ と、 $Al(DPM)_3$ と、 $Al(HFA)_3$ と、 $Al(OC_2H_5)_3$ と、 $Al(I-C_4H_9)_3$ と、 $Al(I-OC_3H_7)_3$ と、 $Al(OCH_3)_3$ と、 $Al(n-OC_4H_9)_3$ と、 $Al(n$

$-\text{OC}_3\text{H}_7)_3$ と、 $\text{Al}(\text{sec}-\text{OC}_4\text{H}_9)_3$ と、 $\text{Al}(\text{t}-\text{OC}_4\text{H}_9)_3$ と、 AlBr_3 とよりなる群より、あるいは $\text{Y}(\text{AcAc})_3$ と、 $\text{Y}(\text{DPM})_3$ と、 $\text{Y}(\text{O}-\text{iPr})(\text{DPM})_2$ と、 $\text{Y}(\text{HFA})_3$ と、 Cp_3Y とよりなる群から選ばれるか、もしくは HfCl_4 と、 HfBr_4 と、 $\text{Hf}(\text{AcAc})_4$ と $\text{Hf}[\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2]_4$ と $\text{Hf}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_4$ と、 $\text{Hf}(\text{DPM})_4$ と、 $\text{Hf}(\text{O}-\text{iPr})(\text{DPM})_3$ と、 $\text{Hf}(\text{HFA})_4$ とよりなる群より、あるいは TiCl_4 と、 TiBr_4 と、 TiI_4 と、 $\text{Ti}(\text{I}-\text{OCH}_3)_4$ と、 $\text{Ti}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$ と、 $\text{Ti}(\text{I}-\text{OC}_3\text{H}_7)_4$ と、 $\text{Ti}(\text{n}-\text{OC}_3\text{H}_7)_4$ と、 $\text{Ti}(\text{n}-\text{OC}_4\text{H}_9)_4$ と、 $\text{Ti}(\text{AcAc})_4$ と、 $\text{Ti}(\text{AcAc})_2\text{Cl}_2$ と、 $\text{Ti}(\text{DPM})_4$ と、 $\text{Ti}(\text{DPM})_2\text{Cl}_2$ と、
 10 $\text{Ti}(\text{O}-\text{iPr})(\text{DPM})_3$ と、 $\text{Ti}(\text{HFA})_2\text{Cl}_2$ とよりなる群より、あるいは LaBr_3 と、 LaI_3 と、 $\text{La}(\text{OCH}_3)_3$ と、 $\text{La}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$ と、 $\text{La}(\text{I}-\text{OC}_3\text{H}_7)_2$ と、 Cp_3La と、 MeCp_3La と、 $\text{La}(\text{DMP})_3$ と、 $\text{La}(\text{HFA})_3$ と、 $\text{La}(\text{AcAc})_3$ と、 $\text{Cp}(\text{C}_8\text{H}_8)\text{Ti}$ と、 $\text{Cp}_2\text{Ti}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_2$ と、 Cp_2TiCl_2 と、 $(\text{C}_2\text{H}_5)\text{Ti}(\text{N}_3)_2$ と、 $\text{Ti}[\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2]_4$ と、 $\text{Ti}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_4$ とよりなる群より選ぶことが可能である。また、
 15 前記ライン16bを介して供給される第2の処理ガスは、酸素ラジカル原子と、酸素ラジカル分子と、 O_3 と O_2 、 N_2O と NO と NO_2 、 H_2O_2 と、 H_2O と D_2O とよりなる群から選ぶことができる。特に原料としては、 $\text{Al}(\text{CH}_3)_3$ 、 AlCl_3 、 $\text{Zr}[\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2]_4$ 、 $\text{Zr}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_4$ 、 $\text{Hf}[\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2]_4$ 、
 20 ZrCl_4 、 HfCl_4 、 TiCl_4 、 $\text{Ti}[\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2]_4$ 、 $\text{Ti}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_4$ などが原子層成長に有効である。

[第3実施例]

図7～9は、図2、3の基板処理装置10において ZrSiO_4 膜を1分子層ずつ形成する際に、前記制御装置10Aの制御の下に実行される本発明の第3実施例による処理シーケンスを示すフローチャートである。

最初に図7を参照するに、工程11において、前記コンダクタンスバルブ15A、15Bは開放され、前記切替バルブ16A～16Cは、いずれも処理ガス供給ライン16a～16c中の処理ガスをそれぞれパージライン100aおよび1

00bを介してトラップ100に供給するように第1の状態、すなわちパージ状態に制御される。その結果前記反応容器110中には前記パージライン23a～23c中のArガスが、それぞれ処理ガス導入口13A～13Cを介して供給される。このようにして供給されたArパージガスは、それぞれ前記排出口14A
5 および14Bからトラップ100に排出される。

次に工程12において、前記コンダクタンスバルブ15Aの開度が増大され、コンダクタンスバルブ15Bの開度が減少される。その結果、前記反応容器110中には前記ガス導入口13Aおよび13Cから排出口14Aへのガスの流れが生じる。

10 次に工程13において前記切替バルブ16Aが前記第1の状態から第2の状態に切り替えられ、前記処理ガス供給ライン16a中のZrCl₄ガスが前記第1の処理ガス導入口13Aから前記反応容器110中に導入される。このようにして導入されたZrCl₄ガスは先に説明したように、層流となって前記被処理基板12の表面を流れ、前記排出口14Aより排出される。かかる工程により、前記被
15 処理基板12の表面にはZrCl₄が1分子層程度吸着される。前記工程3においては、前記第2および第3の切替バルブ16B、16Cは前記第1の状態にあり、ライン23bおよび23c中のArパージガスが処理ガス導入口13Bおよび13Cから前記反応容器110中に導入される。その結果、前記第1の処理ガス導入口13Aから導入されたZrCl₄処理ガスが前記第2の処理ガス導入口13
20 Bに侵入し、析出物を生じる問題が回避される。

次に工程14において前記切替バルブ16Aが元の第1の状態に戻され、前記反応容器110中がArガスによりパージされる。

次に工程15において前記コンダクタンスバルブ15Bの開弁度を増大させ、コンダクタンスバルブ15Aの開弁度を減少させ、前記反応容器110中に前記
25 反応容器110中に前記ガス導入口13Bから排出口14Bへのガスの流れを形成する。

さらに工程16において前記切替バルブ16Bが第2の状態、すなわち開放状態に切り替えられ、前記処理ガス供給ライン16b中のH₂Oが前記処理ガス供給口13Bを介して前記前記反応容器110中に導入される。このようにして導入

された H_2O ガスは先に説明したように、層流となって前記被処理基板12の表面を流れ、前記排出口14Bより排出される。かかる工程により、前記被処理基板12の表面において、先に吸着していた $ZrCl_4$ 分子層と H_2O とが反応し、1分子層程度の ZrO_2 膜が形成される。前記工程16においては、前記切替バルブ

5 16A, 16Cは前記第1の状態にあり、ライン23aおよび23c中のArパー

ージガスが前記処理ガス導入口13Aおよび13Cから前記反応容器110中に導入される。その結果、前記第2の処理ガス導入口13Bから導入された H_2O が前記処理ガス導入口13Aあるいは13Cに侵入し、析出物を生じる問題が回避される。

- 10 前記工程16の後、工程17において、前記コンダクタンスバルブ15A, 15Bは開放され、前記切替バルブ16A~16Cは第1の状態に制御される。その結果前記反応容器110中には前記パーライン23a~23c中のArガスが、それぞれ処理ガス導入口13A~13Cを介して供給される。このようにして供給されたArパー
- 15 ラップ100に排出される。

次に工程18において、前記コンダクタンスバルブ15Aの開度が増大され、コンダクタンスバルブ15Bの開度が減少される。その結果、前記反応容器110中には前記ガス導入口13Aおよび13Cから排出口14Aへのガスの流れが生じる。

- 20 次に工程19において前記切替バルブ16Cが前記第1の状態から第2の状態に切り替えられ、前記処理ガス供給ライン16c中の $SiCl_4$ ガスが前記第3の処理ガス導入口13Cから前記反応容器110中に導入される。このようにして導入された $SiCl_4$ ガスは先に説明したように、層流となって前記被処理基板12の表面を流れ、前記排出口14Aより排出される。かかる工程により、前記被
- 25 処理基板12の表面には、先に形成された ZrO_2 分子層上に、 $SiCl_4$ が1分子層程度吸着される。前記工程19においては、前記第2および第3の切替バルブ16A, 16Bは前記第1の状態にあり、ライン23aおよび23b中のArパー
- ージガスが処理ガス導入口13Aおよび13Bから前記反応容器110中に導入される。その結果、前記第3の処理ガス導入口13Cから導入された $SiCl_4$

処理ガスが前記第2の処理ガス導入口13Bに侵入し、析出物を生じる問題が回避される。

次に工程20において前記切替バルブ16Aが元の第1の状態に戻され、前記反応容器110中がArガスによりパージされる。

- 5 次に工程21において前記コンダクタンスバルブ15Bの開弁度を増大させ、コンダクタンスバルブ15Aの開弁度を減少させ、前記反応容器110中に前記反応容器110中に前記ガス導入口13Bから排出口14Bへのガスの流れを形成する。

- さらに工程22において前記切替バルブ16Bが第2の状態、すなわち開放状態に切り替えられ、前記処理ガス供給ライン16b中のH₂Oが前記処理ガス供給口13Bを介して前記前記反応容器110中に導入される。このようにして導入されたH₂Oガスは先に説明したように、層流となって前記被処理基板12の表面を流れ、前記排出口14Bより排出される。かかる工程により、前記被処理基板12の表面において、先に吸着していたSiCl₄分子層とH₂Oとが反応し、1
15 分子層程度のSiO₂膜が、その下のZrO₂分子層上に形成される。前記工程22においては、前記切替バルブ16A、16Cは前記第1の状態にあり、ライン23aおよび23c中のArパージガスが前記処理ガス導入口13Aおよび13Cから前記反応容器110中に導入される。その結果、前記第2の処理ガス導入口13Bから導入されたH₂Oが前記処理ガス導入口13Aあるいは13Cに侵入し、析出物を生じる問題が回避される。
20

さらに、前記工程11～22を繰り返すことにより、前記被処理基板12上に全体としてZrSiO₄で表される組成の高誘電体膜が、ZrO₂分子層とSiO₂分子層の交互の積層により形成される。

- また前記ZrO₂分子層とSiO₂分子層の積層の際の比率を変化させることにより、前記高誘電体膜の組成を膜厚方向に変化させることも可能である。例えば
25 前記高誘電体膜の下層部ではSiO₂組成が優勢に、また上層部ではZrO₂組成が優勢になるように組成を制御することが可能である。ただし、工程14、17、20において、コンダクタンスバルブ15A、15Bの開度を最大としてもよい。この場合には、処理基板の両端より排気がなされ、より有効に処理ガスをパージ

することができる。この場合の処理シーケンスに対応するフローチャートを図10～12に示す。

なお 前記原料容器20C中に格納される原料は上記の特定の原料に限定されるものではなく、 $\text{H}_2\text{Si}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_2$ と、 $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{SiH}_2$ と、 $(\text{CH}_3)_2\text{SiCl}_2$ と、 $(\text{CH}_3)_2\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_2$ と、 $(\text{CH}_3)_2\text{Si}(\text{OCH}_3)_2$ と、 $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{SiH}_2$ と、 $\text{C}_2\text{H}_5\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$ と、 $(\text{CH}_3)_3\text{SiSi}(\text{CH}_3)_3$ と、 $\text{HN}[\text{Si}(\text{CH}_3)_3]_2$ と、 $(\text{CH}_3)(\text{C}_6\text{H}_5)\text{SiCl}_2$ と、 CH_3SiH_3 と、 $\text{C}_6\text{H}_5\text{SiCl}_3$ と、 $\text{CH}_3\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$ と、 $\text{CH}_3\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$ と、 $\text{C}_6\text{H}_5\text{Si}(\text{Cl})(\text{OC}_2\text{H}_5)_2$ と、 $\text{C}_6\text{H}_5\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$ と、 $(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{Si}$ と、 $\text{Si}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_4$ と、 $\text{Si}(\text{CH}_3)_4$ と、 $\text{Si}(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{H}$ と、 $(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{SiN}_3$ と、 $(\text{CH}_3)_3\text{SiCl}$ と、 $(\text{CH}_3)_3\text{SiOC}_2\text{H}_5$ と、 $(\text{CH}_3)_3\text{SiOCH}_3$ と、 $(\text{CH}_3)_3\text{SiH}$ と、 $(\text{CH}_3)_3\text{SiN}_3$ と、 $(\text{CH}_3)_3(\text{C}_2\text{H}_5)\text{Si}$ と、 $\text{SiH}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_3$ と、 $\text{SiH}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_3$ と、 $\text{Si}(\text{CH}_3\text{COO})_4$ と、 $\text{Si}(\text{OCH}_3)_4$ と、 $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$ と、 $\text{Si}(\text{I}-\text{OC}_3\text{H}_7)_4$ と、 $\text{Si}(\text{t}-\text{OC}_4\text{H}_9)_4$ と、 $\text{Si}(\text{n}-\text{OC}_4\text{H}_9)_4$ と、 $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3\text{F}$ と、 $\text{HSi}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$ と、 $\text{Si}(\text{I}-\text{OC}_3\text{H}_7)_3\text{F}$ と、 $\text{Si}(\text{OCH}_3)_3\text{F}$ と、 $\text{HSi}(\text{OCH}_3)_3$ と、 H_2SiCl_2 と、 Si_2Cl_6 と、 Si_2F_6 と、 SiF_4 と、 SiCl_4 と、 SiBr_4 と、 HSiCl_3 と、 SiCl_3F と、 Si_3H_8 と、 SiH_2Cl_2 、 SiH_2Cl_2 と、 $\text{Si}(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{Cl}_2$ とよりなる群から選ばれるか、もしくは $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{AlN}_3$ と、 $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{AlBr}$ と、 $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{AlCl}$ と、 $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{AlI}$ と、 $(\text{I}-\text{C}_4\text{H}_9)\text{AlH}$ と、 $(\text{CH}_3)_2\text{AlNH}_2$ と、 $(\text{CH}_3)_2\text{AlCl}$ と、 $(\text{CH}_3)_2\text{AlH}$ と、 $(\text{CH}_3)_2\text{AlH}:\text{N}(\text{CH}_3)_2\text{C}_2\text{H}_5$ と、 $\text{AlH}_3:\text{N}(\text{CH}_3)_2\text{C}_2\text{H}_5$ と、 $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{Cl}_2$ と、 $\text{Al}(\text{CH}_3)\text{Cl}_2$ と、 $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$ と、 $\text{Al}(\text{I}-\text{C}_4\text{H}_9)\text{Al}$ と、 $\text{Al}(\text{I}-\text{OC}_4\text{H}_9)_3\text{AlCl}_3$ と、 $\text{Al}(\text{CH}_3)_3$ と、 $\text{AlH}_3:\text{N}(\text{CH}_3)_3$ と、 $\text{Al}(\text{AcAc})_3$ と、 $\text{Al}(\text{DPM})_3$ と、 $\text{Al}(\text{HFA})_3$ と、 $\text{Al}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$ と、 $\text{Al}(\text{I}-\text{C}_4\text{H}_9)_3$ と、 $\text{Al}(\text{I}-\text{OC}_3\text{H}_7)_8$ と、 $\text{Al}(\text{OCH}_3)_3$ と、 $\text{Al}(\text{n}-\text{OC}_4\text{H}_9)_3$ と、 $\text{Al}(\text{n}-\text{OC}_3\text{H}_7)_3$ と、 $\text{Al}(\text{sec}-\text{OC}_4\text{H}_9)_3$ と、 $\text{Al}(\text{t}-\text{OC}_4\text{H}_9)_3$ と、 AlBr_3 とよりなる群から選ぶことができる。

[第4実施例]

ところで、図2、3の基板処理装置10では、 $ZrCl_4$ ガスを前記原料容器20Aから原料供給ライン16aおよび切替バルブ16Aを介して供給しているが、 $ZrCl_4$ は常温では固体であり、気化には200°C程度の温度が必要である。このことは、前記切替バルブ16Aを含む原料供給ライン16aの全体を200°C以上の温度に保持する必要がある、また前記切替バルブ16Aもこのような200°C以上、実際上は250°C以上の温度に耐える必要があることを意味している。また先の図5～9の説明でもわかるように、図2、3の基板処理装置10では前記切替バルブ16A～16Cは一分子層の堆積毎に頻繁に駆動されるため、切替バルブの消耗の問題が顕著に現れる。

これに対し、図13A、13Bは、図2、3の基板処理装置10において切替バルブ16Aとして使われる、本発明の第4実施例による切替バルブ160の構成を示す。図13A、13Bの切替バルブは、図2、3の基板処理装置10において、切替バルブ16B、16Cとしても使うことが可能である。

図13Aを参照するに、前記切替バルブ160は金属製の駆動軸161Aを囲むように形成された円筒形状のセラミック弁体161Bと、前記セラミック弁体161Bを回動自在に保持する容器162と、前記前記容器162と協働して前記駆動軸161Aを密封するキャップ部材163とよりなり、前記キャップ部材163には冷却水入り口163aと冷却水出口163bとを備えた水冷ジャケット163Aが設けられている。前記セラミック弁体161Bは前記駆動軸161A上にシールリング161a、161bを介して固定されており、前記キャップ部材163で覆われた前記駆動軸161Aの先端部には耐熱性のサマリウムコバルト系のマグネット161Mが設けられている。前記マグネット161Mは外部の電磁駆動機構に磁氣的に結合しており、前記電磁駆動機構により回動操作される。

一方、前記容器162には、前記処理ガス供給ライン16aに対応した第1のガス入り口162Aと前記パージガスライン23aに対応した第2のガス入り口162Bとが設けられており、さらに前記処理ガス供給口16Aに接続された第

1 のガス出口 1 6 2 C、およびいずれも前記パージライン 1 0 0 a に接続された第 2 および第 3 のガス出口 1 6 2 D、1 6 2 E を有する。

図 1 3 B は図 1 3 A の弁体 1 6 1 B を詳細に示す。

図 1 3 B を参照するに、前記弁体 1 6 1 B 上にはその外周上に第 1 および第 2
5 の溝 1 6 1 B a および 1 6 1 B b が形成されており、前記弁体 1 6 1 B が回転することにより、前記溝 1 6 1 B a、1 6 1 B b を介して前記ガス入り口 1 6 2 A、1 6 2 B がガス出口 1 6 2 C ~ 1 6 2 E に選択的に接続される。

例えば前記切替バルブ 1 6 A が前記第 1 の状態にある場合、前記パージライン
2 3 a に接続されたガス入り口 1 6 2 B が前記溝 1 6 1 B b を介して前記ガス出
10 口 1 6 2 C に接続され、前記パージライン 2 3 a 中の A r ガスが前記処理ガス供給口 1 3 A を介して前記反応容器 1 1 0 中に供給される。この状態では、同時に前記処理ガス供給ライン 1 6 a に接続されガス入り口 1 6 2 A が前記溝 1 6 1 B a を介して前記ガス出口 1 6 2 D に接続され、前記ライン 1 6 a 中の処理ガスが前記ガス出口 1 6 2 D を介してこれに接続された前記パージライン 1 0 0 a に捨
15 てられる。

同様に、前記切替バルブ 1 6 B が前記第 2 の状態にある場合、前記弁体 1 6 1 B は回転され、その結果前記ガス入り口 1 6 2 B は前記溝 1 6 1 B b を介して前記ガス出口 1 6 2 E に接続され、その閣下前記パージライン 2 3 a 中の A r ガスが前記ガス出口 1 6 2 E からこれに接続された前記パージライン 1 0 0 a に捨て
20 られる。一方、前記ガス入り口 1 6 2 A は前記溝 1 6 1 B a を介して前記ガス出口 1 6 2 C に接続され、前記ガス出口 1 6 2 C から前記処理ガス供給口 1 3 A を通って前記反応容器 1 1 0 中に導入される。

このような構成の切替バルブ 1 6 0 は、2 5 0 ° C の温度で繰り返し行われる切替動作に問題なく耐えることができる。また、前記切替バルブ 1 6 0 では、処
25 理ガスの反応容器 1 1 0 中への供給が遮断されている場合でも、処理ガスの流れがパージライン 1 0 0 a へと切り替えられただけなので、原料容器 2 0 A からの Z r C l₄ ガス等の原料ガスの圧力や流量が大きく変動することがない。

先にも説明したように、前記切替バルブ 1 6 0 は図 2 の切替バルブ 1 6 A のみならず、他の切替バルブ 1 6 B、1 6 C にも適用可能である。

[第5実施例]

図14は本発明の第5実施例による基板処理装置10₁の構成を示す。ただし図14中、先に説明した部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。また先に図2, 3で説明した部分のうち、本実施例に関係ない部分の図示は、簡単のため省略する。

図14を参照するに、本実施例では前記処理ガス供給ライン16a, 16cの適当な個所に容積を局所的に増大させた処理ガス蓄積部260a, 260cをそれぞれ形成し、かかる処理ガス蓄積部にいったん処理ガスを蓄積する。かかる処理ガス蓄積部260a, 260bを設けることにより、先に図5～9で説明した頻繁な処理ガスの切替、およびこれに伴う前記処理ガス供給ライン16a, 16c中におけるコンダクタンスの変動が生じて、処理ガスの供給を安定して行うことが可能になる。

特に図14の構成では、前記処理ガス供給ライン16aにおいて、原料供給ライン16aに設けられた質量流量コントローラ18Aを前記制御装置10Aにより、前記切替バルブ16A～16Cの切替制御に同期して制御しているが、かかる構成により、前記処理ガス供給ライン16a中の処理ガス流量の変動が補償され、前記ライン16aを介した処理ガスの供給を安定化させることが可能である。

さらに図14の構成では、前記処理ガス供給ライン16cにおいて前記処理ガス蓄積部260cに圧力計261cを設け、前記処理ガス蓄積部260cの圧力を一定に維持している。かかる構成によっても、前記処理ガス供給ライン16c中において生じたコンダクタンスの変動が効果的に補償される。

図14の構成において、前記処理ガス供給ライン16cに設けられた質量流量コントローラ18Cの制御を、ライン16aの質量流量コントローラ16aと同様に、制御装置10Aを使って行ってもよい。また、前記処理ガス供給ライン16aにおいて、前記処理ガス蓄積部260aに圧力計を設けてもよい。さらに、同様な構成を処理ガス供給ライン16bに設けることもできる。

[第6実施例]

図 1 5 は、本発明の第 6 実施例による基板処理装置 1 0₂の構成を示す。ただし図 1 5 中、先に説明した部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。また先に図 2, 3 で説明した部分のうち、本実施例に関係ない部分の図示は、簡単のため省略する。

- 5 図 1 5 を参照するに、本実施例では前記原料容器 2 0 A, 2 0 C にキャリアガスを供給するラインに質量流量コントローラ 2 0 a, 2 0 c がそれぞれ設けられ、さらに前記質量流量コントローラ 2 0 a, 2 0 c が前記制御装置 1 0 A により、切替バルブ 1 6 A ~ 1 6 C およびコンダクタンスバルブ 1 5 A, 1 5 B の制御に同期して制御される。
- 10 より具体的には、前記質量流量コントローラ 2 0 a は、前記切替バルブ 1 6 A が前記ライン 1 6 a 中の処理ガスを前記処理ガス供給口 1 3 A に供給する場合のみ流量を増加させるように制御される。同様に前記質量流量コントローラ 2 0 c も前記切替バルブ 1 6 C が前記ライン 1 6 c 中の処理ガスを前記処理ガス供給口 1 3 C に供給する場合のみ流量を増加させるように制御される。かかる切替バルブ 1 6 A, 1 6 C の制御と同期した質量流量コントローラ 2 0 a, 2 0 c の制
- 15 御により、前記反応容器 1 1 0 中に供給されない場合に無駄になる処理ガスを節約することが可能になる。これに伴い、トラップ 1 0 0 に接続される徐害装置の負荷が軽減される。

- この際、図 1 4 に示す質量流量コントローラ 1 8 C, 1 8 A の代わりに図 1 5
- 20 に示す音波センサ 1 8 C', 1 8 A' を設置することにより、A r キャリア中の原料濃度を測定し、質量流量コントローラ 2 0 a, 2 0 c にフィードバック制御することが有効である。

[第 7 実施例]

- 25 図 1 6 は、本発明の第 7 実施例による基板処理装置 1 0₂の構成を示す。ただし図 1 6 中、先に説明した部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。また先に図 2, 3 で説明した部分のうち、本実施例に関係ない部分の図示は、簡単のため省略する。

図 1 6 を参照するに、本実施例では、先の実施例と異なり前記原料容器 2 0 A

中に $ZrCl_2$ の代わりに図 16 に示すように金属 Zr を格納し、これに Cl_2 ガスをキャリアガスとして供給することにより $ZrCl_2$ ガスを発生させる。その際、前記 Cl_2 キャリアガスの流量を、先の実施例と同様に前記制御装置 10A により、前記処理ガス供給ライン 16a 中の $ZrCl_2$ ガスが前記処理容器 11 中に導入される場合にのみ増加するように制御する。

本実施例によっても、前記処理容器 11 中の反応容器 110 中に、前記処理ガス導入口 13A を介して $ZrCl_2$ 等の塩化物処理ガスを供給することが可能である。

10 [第 8 実施例]

図 17 は、本発明の第 8 実施例による処理容器 11A の構成を示す。ただし図 17 中、先に説明した部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

図 17 を参照するに、本実施例では図 3 の実施例の処理容器 11 において、前記被処理基板 12 に対向する位置のヒータ 111B を撤去し、その代わりに石英窓 11W を設ける。さらに前記石英窓 11W に沿って移動可能に紫外光源 UV を設ける。

かかる構成では、前記石英窓 11W を介して前記紫外光源 UV から紫外線を前記被処理基板 12 の表面に照射することにより、前記被処理基板 12 表面での成膜を促進することができる。その際、前記紫外光源 UV を前記石英窓 11W に沿って移動させることにより、前記被処理基板 12 表面における露光量を一様に制御することができる。また、この光源として紫外光源の他に赤外線ランプを設けることにより、処理基板を均一に加熱することが可能になる。かかる構成は、特に形成した膜を $600 \sim 1000^\circ C$ の温度で短時間アニールする場合や、紫外光照射を行いながら膜形成後の熱処理を行う場合に有効である。このような工程は、被処理基板表面からハイドロカーボンやハロゲン等の不純物を除去するのに有効である。

[第 9 実施例]

図 18A ~ 18D は、図 2 の基板処理装置 10 で使われる処理容器 11 の様々

な変形例を示す平面図である。

このうち図18Aは先に図1A, 1Bで説明した構成に対応し、処理容器11
中において平坦な処理ガス供給口13A, 13Bが被処理基板12を挟んで対向
するように設けられている。また、前記処理ガス供給口13Aの近傍に、前記処
5 理ガス供給口13Bに対応する排気口14Bが、スリット状に、前記排気口14
Bの長手方向が前記処理ガス供給口13Bから前記排気口14Bへの処理ガスの
流れる方向に略直角になるように形成されている。同様に、前記処理ガス供給口
13Aに対応する排気口14Aが、スリット状に、前記排気口14Aの長手方向
10 が前記処理ガス供給口13Aから前記排気口14Aへの処理ガスの流れる方向に
略直角になるように形成されている。

図18Bの構成は先の図2, 3の構成に対応し、図18Aの構成に、第3の処
理ガス供給口13Cを、前記第1の処理ガス供給口13Aに重ねて形成している。

図18Cは、他の基板処理装置と共にクラスタ型処理システムを構成するため
の基板処理室であり、互いに対向する処理ガス供給口13A, 13Bおよび排気
15 口14A, 14Bに直交するように、互いに対向する処理ガス供給口13C, 1
3Dおよび対応する排気口14C, 14Dが形成されており、さらに前記基板処
理室の一部には被処理基板を出し入れするためのロードロック室11L/Dが形
成されている。

図18Cの基板処理装置では、処理ガスを4種類使って、多成分系の高誘電体
20 膜を、1分子層ずつの積層により形成することが可能である。

図18Dは、図18Aの構成の処理室11において、互いに対向する処理ガス
供給口13A, 13Bおよび対応する排気口14A, 14Bに直交するように、
別の処理ガス供給口13Cおよびこれに対向する排気口14Cを設けた構成を示
す。

25 かかる構成によっても、前記被処理基板12上に $ZrSiO_4$ 等の高誘電体膜
を、1分子層ずつ積層することにより、形成することが可能である。

[第10実施例]

図19は、本発明の第10実施例による基板処理装置200の構成を示す。

図19を参照するに、前記基板処理装置200はA1よりなる外側処理容器201と石英ガラスよりなる内側処理容器202とを有し、前記内側処理容器202は、前記外側処理容器201中に画成され、前記外側処理容器201の一部を構成するカバープレート201Aにより覆われる凹部中に収められる。

- 5 前記内側容器202は、前記凹部内において前記外側処理容器201の底面を覆う石英底板202Aと、前記凹部内において前記石英底板202Aを覆う石英カバー202Bとよりなり、さらに前記外側処理容器の底部には、被処理基板Wを保持したディスク状の基板保持台203が収められる円形の開口部201Dが形成されている。前記基板保持台203中には、図示を省略する加熱機構が設け
- 10 られている。

- 前記基板保持台203は前記外側処理容器201の下部に設けられた基板搬送部204により回動自在に、また同時に上下動自在に保持されている。前記基板保持台203は最上位のプロセス位置と最下位の基板出入位置との間を上下動可能に保持されており、前記プロセス位置は、前記保持台203上の被処理基板W
- 15 の表面が前記石英底板202Aの表面と略一致するように決定されている。

- 一方、前記基板出入位置は、前記基板搬送部204の側壁面に形成された基板搬入出開口部204Aに対応して設定されており、前記基板保持台203が前記基板出入位置まで下降した場合、前記基板搬入出口204Aから搬送アーム204Bが挿入され、リフトピン（図示せず）により基板保持台203表面から持ち
- 20 上げられた被処理基板Wを保持して取り出し、次の工程に送る。また、前記搬送アーム204Bは、新たな被処理基板Wを、前記基板搬入出開口部204Aを介して前記基板搬送部204中に導入し、これを前記基板保持台203上に載置する。

- 前記新たな被処理基板Wを保持した基板保持台203は、軸受部205中に磁
- 25 気シール205Aにより保持された回動軸205Bにより回動自在に、また上下動自在に保持されており、前記回動軸205Bが上下動する空間は、ペローズ206等の隔壁により密閉されている。その際、前記空間は図示を省略した排気口を介して前記内側容器202内部よりも高真空状態に排気され、前記内側容器202内で行われる基板処理プロセスへの汚染が回避される。

かかる差動排気を確実にを行うため、前記基板保持台 203 には被処理基板 W を囲むように石英ガラスよりなるガードリング 203A が設けられている。かかるガードリング 203A は、前記基板保持台 203 と前記外側処理容器 201 中に前記基板保持台を収容するように形成された前記開口部 201D の側壁面との間のコンダクタンスを抑制し、これにより前記ベローズ 206 で画成された空間内を高真空中に排気した場合に前記内側処理容器 202 との間に差圧が確実に形成される。

前記外側処理容器 201 の底部に形成された前記開口部 201D は、側壁面が石英ライナー 201d により覆われており、前記石英ライナー 201d はさらに下方に延在して前記基板搬送部 204 の内壁を覆う。

前記外側処理容器 201 の底部には、前記開口部 201D の両側にそれぞれ排気装置に接続された排気溝部 201a および 201b が形成されており、前記排気溝部 201a は導管 207a およびコンダクタンスバルブ 207A を介して、また前記排気溝部 201b は導管 207b およびコンダクタンスバルブ 207B を介して排気される。図 19 の状態では、前記コンダクタンスバルブ 207A が開状態に、また前記コンダクタンスバルブ 207B が略閉状態に設定されている。先の実施例と同様に、前記コンダクタンスバルブ 207A、207B は、信頼性の高い開閉状態を実現するために、閉状態といえども完全に閉鎖するのではなく 3% 程度の弁開度を残しておくのが好ましい。

前記排気溝部 201a および 201b は石英ガラスよりなるライナー 208 により覆われており、前記排気溝部 201a、201b に対応してスリット状の開口部 209A、209B が前記石英底板 202A に形成される。図 19 の実施例では、かかるスリット状の開口部 209A、209B に、後で説明する整流板 209 が、前記内側処理容器 202 内部の排気を促進する目的で形成されている。

さらに前記内側処理容器 202 内には、後で詳細に説明する石英ガスノズル 210A および 210B が、それぞれ前記排気溝部 201a および 201b に、前記開口部 201A を隔てて対向するように設けられている。そこで前記ガスノズル 210A から導入された第 1 の処理ガスは、前記内側処理容器 202 内を前記被処理基板 W の表面に沿って流れ、対向する排気溝部 201a から前記コンダク

タンスバルブ 207A を介して排気される。同様に前記ガスノズル 210B から導入された第 2 の処理ガスは、前記内側処理容器 202 内を前記被処理基板 W の表面に沿って流れ、対抗する排気溝部 210b から前記コンダクタンスバルブ 207B を介して排気される。このように第 1 および第 2 の処理ガスを交互に前記
5 ガスノズル 210A から排気溝部 201a へと、あるいは前記ガスノズル 210B から排気溝部 201b へと流すことにより、先に説明した原子層を基本単位とする膜形成が可能になる。

図 20 は、前記内側処理容器 202 を構成する石英底板 202A の構成を詳細に示す。

10 図 20 を参照するに、前記石英底板 202A には前記被処理基板 W に対応した円形の開口部 202a が形成されており、前記開口部 202a の両側には、前記排気溝部 201a、201b に対応した開口部 209A および 209B が形成されている。さらに図 20 の例では、前記開口部 209A、209B に対応してスリットを有する整流板 209 が設けられている。また前記石英底板 202A には、
15 前記ガスノズル 210A に対応して開口部 210a が、また前記ガスノズル 210B に対応して開口部 210b が形成されている。前記石英底板 202A に前記開口部 210a あるいは 210b を複数個形成することにより、前記内側処理容器 202 内に前記ガスノズル 210A あるいは 210B を複数個設けることが可能になる。

20 図 21A ~ 21D は、前記整流板 209 の様々な例 209₁ ~ 209₄ を示す。

図 21A を参照するに、整流板 209₁ には幅が一樣なスリットが形成されており、前記コンダクタンスバルブ 207A に接続された導管 207a が前記排気溝部 201a あるいは 201b において前記スリットの両端部に接続されている。

図 21B の整流板 209₂ では、図 21A の整流板 209₁ においてスリットの
25 中央部の幅が増大するように変形されており、スリットの全長にわたり一樣な排気の実現される。

これに対し、図 21C の整流板 209₃ では図 21A あるいは 17B のスリットの代わりに整流板 209 に開口部列が形成されており、前記開口部列の全長にわたり一樣な排気の実現するように、開口部列中央部の開口部において径が増大さ

れている。また図 2 1 D の整流板 2 0 9₄では整流板中に同一径の開口部よりなる開口部列が形成されており、開口部列中央部において開口部の数が増大されている。かかる構成によっても、前記開口部列の全長にわたり、一様な排気が実現する。

5 図 2 2 は、図 1 9 の基板処理装置 2 0 0 におけるガスノズル 2 1 0 B および対応する排気溝部 2 0 1 b の構成、および前記前記ガスノズル 2 1 0 B から前記排気溝部 2 0 1 b へと流れる処理ガス A の流れを示す。同様な構成および状況は、ガスノズル 2 1 0 A およびこれに対応する排気溝部 2 1 0 a との間にも成立する。

10 図 2 2 を参照するに、前記ガスノズル 2 1 0 B は図 2 0 の開口部 2 1 0 b に挿入される石英管 2 1 0 B₁と、前記石英管 2 1 0 B₁の先端に形成された石英管リング 2 1 0 B₂とよりなり、前記石英管リング 2 1 0 B₂の前記排気溝部 2 0 1 b に面する側には多数のノズル開口部が形成されている。

そこで、前記開口部 2 1 0 b から前記石英管 2 1 0 B₁に導入された処理ガスは
15 前記石英管リング 2 1 0 B₂中を流れ、前記ノズル開口部からシート状のガス流 B となって吐出される。

図 1 9 のコンダクタンスバルブ 2 0 7 B が開かれている場合、ガス流 A は前記石英底板 2 0 2 A とほぼ同一面を形成する被処理基板 W の表面を流れ、前記整流板 2 0 9 および排気溝部 2 0 1 b、さらに導管 2 0 7 b を介して排気される。

20 図 2 3 A ~ 2 3 C は、前記石英管リング 2 1 0 B₂に設けられ前記シート状のガス流 B を形成するノズル開口部の例を示す。

図 2 3 A を参照するに前記ノズル開口部は径が同一の複数の開口部よりなる開口部列よりなり、前記開口部列の中央部と両端部とで開口部のピッチを変化させることにより、所望のシート状のガス流を形成している。これに対し、図 2 3 B
25 の構成では前記ノズル開口部を構成する開口部列中の開口部の径を開口部列中央部と両端部とで変化させている。また図 2 3 C の構成では、前記ノズル開口部をスリット状の開口部により構成し、スリット幅を中央部と周辺部とで変化させている。

また、前記ガスノズル 2 1 0 B としては図 2 4 に示すように、石英管 2 1 0 B₁

の先端部に両端が閉じた別の石英管 210 B₃を設け、前記別の石英管 210 B₃の内部を拡散板 210 B₄により、ガス導入室 210 B₅とガス吐出室 210 B₆とに仕切り、ガス吐出室 210 B₆にノズル開口部 210 b₆を設けた構成を使うことも可能である。

- 5 図19の基板処理装置200では、前記基板保持台203が上下に移動可能であるため前記内側処理容器202中において前記被処理基板W表面の位置を最適化することにより、前記内側処理容器202中に前記石英底板202Aに沿った処理ガスのラミナフローを形成することが可能である。

- 10 図25A、25Bおよび図26は、基板処理装置200の排気系の構成例を示す。

- 15 図25Aの例では、前記排気溝部201aの両端部に結合された導管207aの各々にコンダクタンスバルブ207Aが設けられ、同様に排気溝部201bの両端部に結合された導管207bの各々にはコンダクタンスバルブ207Bが設けられている。前記一对のコンダクタンスバルブ207Aは同時に同一の弁開度で駆動され、同様に前記一对のコンダクタンスバルブ207Bも同時に同一の弁開度で駆動される。

図25Aの構成では、コンダクタンスバルブ207Aおよび207Bを排気溝部201aあるいは201bの直近に設けることが可能であり、基板処理装置200におけるガス切替動作の際の応答性が向上する。

- 20 これに対し、図25Bの構成では、前記排気溝部201aの両端部に結合される導管207aを単一のコンダクタンスバルブ207Aに共通接続している。同様に、図25Bの構成では排気溝部201bにおいても排気溝部201aの両端部に結合される一对の導管207bを単一のコンダクタンスバルブ207Bに共通接続している。かかる構成では、コンダクタンスバルブと排気溝部との距離が
25 長くなるため、ガス切替動作の際の応答性はやや低下するが、コンダクタンスバルブの数を減らすことが可能で、基板処理装置200の構成が簡素化される。

図26の構成では、前記排気溝部201bの排気構成は図25Bと同様であるが、排気溝部201aが中央部において単一の導管207aおよび単一のコンダクタンスバルブ207Aを介して排気されている。かかる構成によれば、二つの

コンダクタンスバルブを使って内側処理容器 202 内部のガス切替を迅速に行うことが可能である。

図 27 は、前記基板処理装置 200 の基板搬送部 204 の構成を示す。

図 27 を参照するに、前記外側容器 201 の底部から前記基板搬送部 204 へ
5 と延在する石英スリーブ 201 d の一部には、基板搬送路を囲んで基板搬入出開口部 204 A へと延在する延在部 201 e が形成されており、前記被処理基板 W は前記延在部 201 e 中を通して搬入され、また搬出される。さらにこのために前記延在部 201 e 中には先に図 19 で説明した搬送アーム 204 B が挿入される。前記アーム 204 B により搬入された被処理基板 W は保持台 203 ごと上方
10 に持ち上げられ、前記被処理基板 W は先に説明した、石英底板 202 A の表面と被処理基板 W の表面が略一致する処理位置に移動される。この処理位置は、必要に応じて上下に変化させることが可能である。

図 19 の基板処理装置 200 では、前記延在部 201 e は図 27 に示すように一対の導管 207 b の間に形成されている。

15 図 19 の基板処理装置 200 では、基板処理工程の間、前記被処理基板 W は前記保持台 203 と共に回転される。かかる回転機構を設けることにより、前記被処理基板表面に、非常に均一な膜厚あるいは組成の膜を形成することが可能になる。

図 28 は前記基板処理装置 200 を使って Si 基板上に $\text{HfO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ 系
20 の高誘電体膜を形成した場合の、膜中の Hf および Al 濃度分布を示す。ただし図 28 の実験では、図 2 の基板処理装置 10 と同様にガスノズル 210 B に隣接して別のガスノズル 210 C を設け、図 2 の場合と同様なガス供給系を使い、図 7~9 のフローチャートに従って HfCl_4 ガス、 H_2O ガス、 $\text{Al}(\text{CH}_3)_3$ ガスと H_2O ガスとを繰り返し供給している。

25 図 28 を参照するに、図 19 の基板処理装置 200 において被処理基板 W を回転させなかった場合には基板中央に向って Hf 濃度が増大するのに対し、被処理基板 W を回転させた場合にはかかる組成の不均一が効果的に平均化され、ほぼ均一な組成プロファイルが得られることがわかる。同様な効果は、図 2 の基板処理装置 10 においても得られる。

図19の基板処理装置200では、図2に示したのと同様なガス供給系が使われるが、特に図15のバルブ16Aあるいは16Cに対応して供給されるガスの音速を測定する音波センサ18C', 18A' を設けることにより、供給される処理ガスの実際の分圧を検出することが可能である。このような実際のガス濃度を積分することにより、処理容器中に供給された処理ガスのモル数を算出することが可能で、このため図5あるいは図7~9の処理シーケンスを、処理ガスの供給時間ではなくて供給モル数に応じて正確に、時間の無駄なく制御することが可能になる。

先にも説明したように、基板処理装置10あるいは基板処理装置200を含む、
10 図1A, 1Bに基本原理を示す本発明の基板処理装置では、図1Aの工程において処理容器1中に処理ガス供給口3Aから処理ガスAを導入した後、図1Bの工程において処理ガス供給口3Bからパージガスあるいは処理ガスBを導入した場合、処理容器1中に残留している処理ガスAはパージガスあるいは処理ガスBの流れに乗って排気口4Bより速やかに排出され、前記処理容器1内における処理
15 ガスAの残留濃度は急激に低下する。同様に、図1Bの工程において処理容器1中に処理ガス供給口3Bから処理ガスBを導入した後、図1Aの工程に戻って処理ガス供給口3Aからパージガスあるいは処理ガスAを導入した場合、処理容器1中に残留している処理ガスBはパージガスあるいは処理ガスAの流れに乗って排気口4Aより速やかに排出され、前記処理容器1内における処理ガスBの残留
20 濃度は急激に低下する。

これに対し、処理ガス導入口3Bおよびこれに対応する排気口4Bを省略した構成の基板処理装置では、処理ガス導入口3Aから導入される処理ガスAをパージガスあるいは処理ガスBに切替えても処理ガスAが前記処理容器1中に残留しやすく、残留処理ガスAの濃度が処理ガスBによる処理に十分な程度まで減少するの
25 のに長い時間を要する。

図29は、図19の基板処理装置200において、ガスノズル210Aおよび210Bから間のパージ工程を挟みながら交互にTMAガスとH₂Oガスとを供給することによりAl₂O₃膜の原子層成長を行った場合に得られる1サイクル当りの膜厚とパージ時間との関係を示す。図29中には、同時に図19の基板処

理装置 200 においてガスノズル 210 A および対応する排気溝部 201 a のみを使って同様な Al_2O_3 膜の原子層成長を行った場合の 1 サイクル当りの膜厚とパージ時間との関係を示す。

図 29 よりわかるように、ガスノズル 210 A および 210 B を交互に使う
5 Al_2O_3 膜を成長させた場合には、パージ時間を 0.1 秒程度まで減少させても 1 サイクル当り形成される膜厚はほとんど変化しておらず、先のサイクルで使われた処理ガスが次のサイクルまでに処理容器 202 内から実質的に完全にパージされていることを示している。

これに対し、ガスノズル 210 A と排気溝部 210 a とのみを使った場合には、
10 パージ時間を 0.1 秒程度まで短縮すると 1 サイクル当り形成される膜厚は 2 倍に増大しており、処理容器 202 内に先の工程の処理ガスが残留していることを示している。

図 29 の結果は、場合によっては、図 5 あるいは図 7 ～ 図 9 の制御シーケンスにおいてパージ工程を省略することも可能であることを示唆している。

15 このように、本発明の基板処理装置は、被処理基板を処理ガス A および B で交互に処理する場合にサイクル時間を短縮することが可能な利点を有する。

[第 11 実施例]

図 30 は、本発明の第 11 実施例による基板処理装置 300 の構成を示す。た
20 だし図 30 中、先に説明した部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

図 30 を参照するに、基板処理装置 300 は先の基板処理装置 200 と同様な構成を有するが、ガスノズル 210 B が撤去され、代わりにリモートプラズマ源 310 が前記外側処理容器 201 の側壁面上に、前記排気溝部 201 b に前記被処理基板 W を隔てて対向するように設けられている。

25 前記リモートプラズマ源 310 はライン 312 A から He, Ne, Ar, Kr, Xe などの不活性ガスが供給され、電極 311 に供給されたマイクロ波により前記不活性ガス中にプラズマを形成する。さらに前記リモートプラズマ源 310 には O_2 や N_2 などの処理ガスが供給され、供給された処理ガスをプラズマ活性化することによりラジカルを形成する。このようにして形成されたラジカルは、不活

性ガスのガス流に乗って前記被処理基板Wの表面を前記排気溝部201bへと流れ、前記被処理基板Wの表面に吸着していた処理ガス分子を窒化あるいは酸化、あるいは酸窒化処理する。

5 このように、本実施例の基板処理装置によれば、酸化膜のみならず、窒化膜あるいは酸窒化膜を原子層成長により形成することが可能になる。

本実施例において、プラズマ源はリモートプラズマ発生装置に限定されるものではなく、ICPプラズマ源あるいはECRプラズマ源など、他の公知のプラズマ源を使うことも可能である。

10 以上、本発明を好ましい実施例について説明したが、本発明はかかる特定の実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載した要旨内において、様々な変形・変更が可能である。

産業上の利用可能性

本発明によれば、処理容器中に被処理基板を挟んで対向するように第1および
15 第2の処理ガス導入口を設け、さらに前記被処理基板を挟んで前記第1および第2の処理ガス導入口に対向するように、第1および第2の排出口を設け、前記第1の処理ガス導入口より第1の処理ガスを前記処理容器中に導入し、前記被処理基板表面に沿って流した後、前記第1の排出口より排出し、次に前記第2の処理ガス導入口あるいはプラズマ源より第2の処理ガスあるいはラジカルを導入し、
20 前記被処理基板表面に沿って流して先に前記被処理基板表面に吸着されていた前記第1の処理ガス分子と反応させた後、前記第2の排出口より排出する工程により、前記被処理基板上に、高誘電体膜を1分子層ずつ積層しながら形成することが可能になる。

請求の範囲

1. 処理容器と、
前記処理容器中に、前記被処理基板を保持可能に設けられた基板保持台と、
5 前記処理容器中、前記基板保持台の第1の側に形成され、前記基板保持台上の
前記被処理基板表面に第1の処理ガスを、前記第1の処理ガスが前記被処理基板
表面に沿って、前記第1の側から前記第1の側に対向する第2の側に向かって流
れるように供給する第1の処理ガス供給部と、
前記処理容器中、前記基板保持台の前記第2の側に形成された第1の排気口と、
10 前記処理容器中、前記基板保持台の前記第2の側に形成され、前記基板保持台
上の前記被処理基板表面に第2の処理ガスを、前記第2の処理ガスが前記被処理
基板表面に沿って、前記第2の側から前記第1の側に向かって流れるように供給
する第2の処理ガス供給部と、
前記処理容器中、前記基板保持台の前記第1の側に形成された第2排気口を備
15 えた基板処理装置。
2. 前記処理容器は、外側容器と、前記外側容器内部に設けられた内側容器
とよりなり、前記基板保持台は、前記内側容器内に設けられている請求項1記載
の基板処理装置。
20
3. 前記基板保持台は上下動自在に設けられており、前記内側容器は前記基
板保持台に上下動経路に沿って、前記上下動経路を囲むように延在する延在部を
含む請求項2記載の基板処理装置。
- 25 4. 前記基板保持台の最高位置において前記被処理基板の表面が前記内側処
理容器の底面と実質的に一致する請求項3記載の基板処理装置。
5. 前記保持台の周囲には、前記被処理基板の外周縁を囲むようにガードリ
ング部材が設けられ、前記ガードリング部材は前記内側容器延在部の内周に対応

した外周を有し、前記内周と前記外周との間に実質的に一定の幅の隙間が形成される請求項 3 記載の基板処理装置。

6. さらに前記外側処理容器と前記内側処理容器との間の空間が、前記内側
5 処理容器とは独立に排気される請求項 2 記載の基板処理装置。

7. 前記内側容器は石英よりなる請求項 2 記載の基板処理装置。

8. 前記内側容器は平坦な石英プレートよりなる底部と、前記底部上に、前
10 記底部を覆うように設けられた石英カバーとよりなり、前記保持台上の被処理基板は前記石英プレート中に形成された開口部において露出され、前記露出された被処理基板表面は、前記石英プレート表面と実質的に一致する平面を形成する請求項 2 記載の基板処理装置。

9. 前記内側容器と前記外側容器との間の空間には、加熱機構が設けられて
15 いる請求項 2 記載の基板処理装置。

10. 前記基板保持台は加熱機構を備えた請求項 1 記載の基板処理装置。

11. さらに前記基板保持台を回動させる回動機構を備えた請求項 1 記載の
20 基板処理装置。

12. 前記回動機構は、前記基板保持台を保持するシャフトと、前記シャフ
トを回動自在に保持する磁気シールとよりなり、前記磁気シールは前記シャフト
25 をベローズにより囲まれた空間内を上下自在に保持し、前記空間は、前記内側容器内部よりも高真空状態に減圧される請求項 1 1 記載の基板処理装置。

13. 前記第 1 の排気口は、前記第 1 の処理ガスの流れ方向に略直交する方向に延在する第 1 のスリットよりなり、前記第 2 の排気口は、前記第 2 の処理ガ

スの流れ方向に略直交する方向に延在する第 2 のスリットよりなる請求項 1 記載の基板処理装置。

1 4. 前記第 1 の排気口は、前記第 1 の処理ガスの流れ方向に略直交する方向に延在する第 1 のスリットよりなり、前記第 2 の排気口は、前記第 2 の処理ガスの流れ方向に略直交する方向に延在する第 2 のスリットよりなり、前記処理容器の排気は、前記第 1 および第 2 の処理ガスの流れ方向および前記第 1 および第 2 のスリットの延在方向に略直交する方向になされることを特徴とする請求項 1 記載の基板処理装置。

10

1 5. 前記第 1 および第 2 のスリットは、実質的に一定のスリット幅を有する請求項 1 3 記載の基板処理装置。

1 6. 前記第 1 および第 2 のスリットの各々は、スリット幅が中央部と両端部とで変化する請求項 1 3 記載の基板処理装置。

15

1 7. 前記第 1 および第 2 のスリットの各々はカバープレートで覆われ、前記カバープレート中には、前記スリットの延在方向に沿って複数の開口部が形成されている請求項 1 3 記載の基板処理装置。

20

1 8. 前記複数の開口部は、前記スリットの中央部と両端部で大きさが変化する請求項 1 7 記載の基板処理装置。

1 9. 前記カバープレート中において、前記複数の開口部の密度が、前記スリットの中央部と両端部で変化する請求項 1 7 記載の基板処理装置。

25

2 0. 前記第 1 の処理ガス供給部は、前記第 1 の処理ガスを滞留させる第 1 の滞留部と、前記第 1 の滞留部上に前記第 1 の処理ガスの流れ方向に略直交する方向に延在するように形成された偏平なスリットよりなる第 1 の吐出口を有し、

前記第 2 の処理ガス供給部は、前記第 2 の処理ガスを滞留させる第 2 の滞留部と、前記第 2 の滞留部上に前記第 2 の処理ガスの流れ方向に略直交する方向に延在するように形成された偏平なスリットよりなる第 2 の吐出口を有する請求項 1 記載の基板処理装置。

5

2 1. 前記第 1 および第 2 の吐出口は、中央部と両端部とで異なるスリット幅を有する請求項 2 0 記載の基板処理装置。

2 2. 前記第 1 および第 2 の吐出口の各々には複数の開口部を有する拡散板
10 が設けられ、前記複数の開口部は前記拡散板の中央部と両端部とで大きさが異なる請求項 2 記載の基板処理装置。

2 3. 前記第 1 および第 2 の吐出口の各々には複数の開口部を有する拡散板
15 が設けられ、前記複数の開口部の密度が前記拡散板の中央部と両端部とで異なる請求項 2 0 記載の基板処理装置。

2 4. 前記外部容器と前記内部容器との間の空間は、前記内部容器内部よりもより高真空中に減圧される請求項 2 記載の基板処理装置。

20 2 5. 前記第 1 の処理ガス供給部は前記第 1 の処理ガスを第 1 の原料容器から第 1 の原料切替弁を介して供給され、前記第 2 の処理ガス供給部は前記第 2 の処理ガスを第 2 の原料容器から第 2 の原料切替弁を介して供給され、前記第 1 の排気口および前記第 2 の排気口はそれぞれ第 1 および第 2 の排気量調整弁機構を介して排気装置に接続される請求項 1 記載の基板処理装置。

25

2 6. 前記第 1 の排気口は前記第 1 の処理ガスの流れ方向に略直交する方向に延在する第 1 のスリットよりなり、前記第 2 の排気口は前記第 2 の処理ガスの流れ方向に略直交する方向に延在する第 2 のスリットよりなり、前記第 1 の排気量調整弁機構は、前記第 1 のスリットの両端部に結合され、同時に実質的に同一

の開度に駆動される一対の排気量調整弁よりなり、前記第 2 の排気量調整弁機構は、前記第 2 のスリットの両端部に結合され、同時に実質的に同一の開度に駆動される一対の排気量調整弁よりなる請求項 2 5 記載の基板処理装置。

- 5 2 7. 前記第 1 の排気口は前記第 1 の処理ガスの流れ方向に略直交する方向に延在する第 1 のスリットよりなり、前記第 2 の排気口は前記第 2 の処理ガスの流れ方向に略直交する方向に延在する第 2 のスリットよりなり、前記第 1 の排気量調整弁機構は、前記第 1 のスリットの両端部に、ダクトを介して共通接続される請求項 2 5 記載の基板処理装置。

10

2 8. 前記第 2 の排気量調整弁機構は、前記第 2 のスリットの両端部に、ダクトを介して共通接続される請求項 2 7 記載の基板処理装置。

- 2 9. 前記保持台は、最上位の処理位置と最下位の基板出入位置との間を上下自在に設けられており、前記被処理基板は、前記第 1 の排気量調整弁機構を構成する前記一対の排気量調整弁の間の空間を通る基板搬送路を通して、前記処理容器に対して出し入れされる請求項 2 6 記載の基板処理装置。
- 15

- 3 0. さらに前記基板処理装置は、前記第 1, 第 2 の原料切替弁を制御する制御装置を備え、前記制御装置は前記第 1, 第 2 の原料切替弁を、前記第 1 の処理ガス供給部が前記第 1 の処理ガスを前記処理容器中に導入する場合に前記第 2 の処理ガス供給部による前記第 2 の処理ガスの前記処理容器中への導入が遮断されるように、また前記第 2 の処理ガス供給部が前記第 2 の処理ガスを前記処理容器中に導入する場合に前記第 1 の処理ガス供給部による前記第 1 の処理ガスの前記処理容器中への導入が遮断されるように制御する請求項 2 5 記載の基板処理装置。
- 20
- 25

3 1. 前記制御装置は、前記第 1 の処理ガス供給部が前記第 1 の処理ガスを前記処理容器中に導入する場合に前記第 1 の排気量調整弁機構の開弁度を前記第

2の排気量調整弁機構の開弁度よりも増大させ、前記第2の処理ガス供給部が前記第2の処理ガスを前記処理容器中に導入する場合に前記第2の排気量調整弁機構の開弁度を前記第1の排気量調整弁機構の開弁度よりも増大させる請求項30記載の基板処理装置。

5

32. 前記第1の処理ガスを前記処理容器中に導入する場合、前記第2の排気量調整弁機構の開弁度は3%あるいはそれ以下に設定され、前記第2の処理ガスを前記処理容器中に導入する場合、前記第1の排気量調整弁機構の開弁度は3%あるいはそれ以下に設定される請求項31記載の基板処理装置。

10

33. 前記第1の処理ガスを前記処理容器中に導入する場合、前記第2の排気量調整弁機構が閉鎖され、前記第2の処理ガスを前記処理容器中に導入する場合、前記第1の排気量調整弁機構が閉鎖される請求項31記載の基板処理装置。

15

34. 前記第1の処理ガスの前記処理容器中への導入が遮断され、かつ前記第2の処理ガスが前記処理容器中に導入される以前であり、しかも前記第2の処理ガスの前記処理容器中への導入が遮断されている状態において、前記第1の排気量調整弁機構および前記第2の排気量調整弁機構を、それぞれ最大の開度あるいは十分な排気量が得られる開度に設定する工程を設けたことを特徴とする請求項31記載の基板処理装置。

20

35. 前記第1の処理ガス供給部は、前記第1の処理ガスの前記処理容器中への導入が遮断された状態で、前記処理容器中に不活性ガスを導入し、前記第2の処理ガス供給部は、前記第2の処理ガスの前記処理容器中への導入が遮断された状態で、前記処理容器中に不活性ガスを導入する請求項1記載の基板処理装置。

25

36. 前記第1の原料切替弁は第1の不活性ガスラインと第1の排気ラインに接続されており、前記第2の原料切替弁は第2の不活性ガスラインと第2の排気ラインに接続されており、前記第1の原料切替弁は、前記第1の処理ガスを前

記処理容器中に導入している状態で前記第 1 の不活性ガスライン中の不活性ガスを前記第 1 の排気ラインに流し、前記第 1 の処理ガスの前記処理容器中への導入が遮断されている状態で、前記第 1 の処理ガスを前記第 1 の排気ラインに流し、前記第 1 の不活性ガスライン中の不活性ガスを前記処理容器中に導入し、前記第 2 の原料切替弁は、前記第 2 の処理ガスを前記処理容器中に導入している状態で前記第 2 の不活性ガスライン中の不活性ガスを前記第 2 の排気ラインに流し、前記第 2 の処理ガスの前記処理容器中への導入が遮断されている状態で、前記第 2 の処理ガスを前記第 2 の排気ラインに流し、前記第 2 の不活性ガスライン中の不活性ガスを前記処理容器中に導入する請求項 2 5 記載の基板処理装置。

10

3 7. 前記第 1 の原料切替弁により前記第 1 の不活性ガスを前記処理容器中に導入しており、かつ前記第 2 の原料切替弁により前記第 2 の不活性ガスを前記処理容器中に導入している状態において、前記第 1 および第 2 の排気量調整弁機構を最大の開度、もしくは十分に高い排気が達成できるか開度に設定する工程を設けることを特徴とする請求項 2 5 記載の基板処理装置。

3 8. 前記第 1 の原料容器は、反応ガスを供給されることにより前記第 1 の処理ガスを発生させる請求項 3 0 記載の基板処理装置。

20 3 9. 前記第 1 の原料容器と前記第 1 の切替弁との間には、前記第 1 の処理ガスが前記処理容器中に供給されている状態で、前記第 1 の処理ガスの前記処理容器中への導入が遮断されている状態よりも前記第 1 の処理ガスの流量を増大させる流量制御部が設けられた請求項 3 0 記載の基板処理装置。

25 4 0. 前記第 1 の原料容器と前記第 1 の切替弁との間には、前記第 1 の処理ガスを一時的に蓄積する空間が設けられた請求項 2 5 記載の基板処理装置。

4 1. 前記空間には圧力計が設けられ、前記空間中には前記第 1 の処理ガスが所定の圧力で蓄積される請求項 4 0 記載の基板処理装置。

4 2. 前記第 1 の原料容器と前記空間との間には質量流量コントローラが設けられ、前記空間中には前記第 1 の処理ガスが、前記質量流量コントローラで検出した流量に基づいて、所定の積算流量に対応する量で蓄積される請求項 4 0 記載の基板処理装置。

10

4 3. 前記処理容器は平坦な形状を有し、前記第 1 および第 2 の処理ガス供給部は、それぞれ前記第 1 および第 2 の処理ガスを、前記被処理基板の主面に平行なシート状の流れとして供給する請求項 1 記載の基板処理装置。

4 4. 前記処理容器は平坦な形状を有し、かつ、前記被処理基板の主面に平行なシート状のガスの流れる上面と底面との距離が可変である請求項 1 記載の基板処理装置。

15 4 5. 前記処理容器は平坦な形状を有し、かつ、前記被処理基板の主面に平行なシート状のガスの流れる上面と底面との距離は、前記被処理基板が搬送された後、短く設定される請求項 1 記載の基板処理装置。

20 4 6. 前記第 1 および第 2 の排気口は、それぞれ前記第 1 および第 2 の処理ガスの流れ方向に略直交する方向に延在するスリット状の開口部よりなる請求項 1 記載の基板処理装置。

4 7. 前記第 1 および第 2 の処理ガスは、不活性ガスとの混合ガスである請求項 1 記載の基板処理装置。

25

4 8. さらに前記処理容器中、前記基板保持台の第 1 の側に形成され、前記基板保持台上の前記被処理基板表面に第 3 の処理ガスを、前記第 3 の処理ガスが前記被処理基板表面に沿って、前記第 2 の側に向かって流れるように供給する第 3 の処理ガス供給部を設けた請求項 1 記載の基板処理装置。

49. 前記第3の処理ガス供給部は前記第3の処理ガスを第3の原料容器から第3の原料切替弁を介して供給され、前記制御装置は、前記第1、第2および第3の原料切替弁を、前記第1の処理ガス供給部が前記第1の処理ガスを前記処理容器中に導入する場合に前記第2の処理ガス供給部による前記第2の処理ガスの前記処理容器中への導入および前記第3の処理ガス供給部による前記第3の処理ガスの前記処理容器中への導入が遮断されるように、また前記第2の処理ガス供給部が前記第2の処理ガスを前記処理容器中に導入する場合に前記第1の処理ガス供給部による前記第1の処理ガスの前記処理容器中への導入および前記第3の処理ガス供給部による前記第3の処理ガスの前記処理容器中への導入が遮断されるように、さらに前記第3の処理ガス供給部が前記第3の処理ガスを前記処理容器中に導入する場合に前記第1の処理ガス供給部による前記第1の処理ガスの前記処理容器中への導入および前記第2の処理ガス供給部による前記第2の処理ガスの前記処理容器中への導入が遮断されるように制御する請求項48記載の基板処理装置。

50. 前記制御装置は、前記第3の処理ガス供給部が前記第1の処理ガスを前記処理容器中に導入する場合に前記第1の排気量調整弁の開弁度を前記第2の排気量調整弁の開弁度よりも増大させる請求項48記載の基板処理装置。

51. 前記第3の処理ガス供給部は、前記第3の処理ガスの前記処理容器中への導入が遮断された状態で、前記処理容器中に不活性ガスを導入する請求項48記載の基板処理装置。

52. 前記第3の処理ガス供給部は、前記第3の処理ガスを、前記第1の側から前記第2の側に、前記被処理基板主面に平行なシート状の流れとして供給する請求項48記載の基板処理装置。

53. 前記第3の原料切替弁は第3の不活性ガスラインと第3の排気ライン

に接続されており、前記第 3 の原料切替弁は、前記第 3 の処理ガスを前記処理容器中に導入している状態で前記第 3 の不活性ガスライン中の不活性ガスを前記第 3 の排気ラインに流し、前記第 3 の処理ガスの前記処理容器中への導入が遮断されている状態で、前記第 3 の処理ガスを前記第 3 の排気ラインに流し、前記第 3 の不活性ガスライン中の不活性ガスを前記処理容器中に導入する請求項 4 8 記載の基板処理装置。

5 4. 前記第 3 の処理ガスは、不活性ガスとの混合ガスである請求項 4 8 記載の基板処理装置。

10

5 5. さらに 前記処理容器中、前記基板保持台の第 3 の側に形成され、前記基板保持台上の前記被処理基板表面に第 3 の処理ガスを、前記第 3 の処理ガスが前記被処理基板表面に沿って、前記第 3 の側から反対側の第 4 の側に向かって流れるように供給する第 3 の処理ガス供給部と、前記処理容器中、前記基板保持台の前記第 4 の側に形成された第 4 の排気口とを形成した請求項 1 記載の基板処理装置。

5 6. さらに前記処理容器中、前記基板保持台の前記第 4 の側に形成され、前記基板保持台上の前記被処理基板表面に第 4 の処理ガスを、前記第 4 の処理ガスが前記被処理基板表面に沿って、前記第 4 の側から前記第 3 の側に向かって流れるように供給する第 4 の処理ガス供給部と、前記処理容器中、前記基板保持台の前記第 3 の側に形成された第 4 の排気口を備えた請求項 5 5 記載の基板処理装置。

25 5 7. 前記第 1 の処理ガスは成膜ガスであり、前記第 2 の処理ガスは酸化処理ガスである請求項 1 記載の基板処理装置。

5 8. 前記第 1 の処理ガスは、 $ZrCl_4$ と、 $ZrBr_4$ と、 $Zr(I-OC_8H_7)_4$ と、 $Zr(n-OC_4H_9)_4$ と、 $Zr(t-OC_4H_9)_4$ と、 $Zr(AcAc)$

$Zr(DPM)_4$ と、 $Zr(O-iPr)(DPM)_3$ と、 $Zr(HFA)_4$ と、
 $Zr(BH_4)_4$ と、 $Zr(N(CH_3)_2)_4$ と、 $Zr(N(C_2H_5)_2)_4$ とよりなる
 群より選ばれるか、もしくは $(C_2H_5)_2AlN_3$ と、 $(C_2H_5)_2AlBr$ と、 $(C_2H_5)_2AlCl$ と、 $(C_2H_5)_2AlI$ と、 $(I-C_4H_9)AlH$ と、 $(CH_3)_2Al$
 5 NH_2 と、 $(CH_3)_2AlCl$ と、 $(CH_3)_2AlH$ と、 $(CH_3)_2AlH:N(CH_3)_2C_2H_5$ と、 $AlH_3:N(CH_3)_2C_2H_5$ と、 $Al(C_2H_5)Cl_2$ と、 $Al(C_2H_5)Cl_2$ と、 $Al(C_2H_5)_3$ と、 $Al(I-C_4H_9)Al$ と、 $Al(I-OC_4H_9)_3AlCl_3$ と、 $Al(CH_3)_3$ と、 $AlH_3:N(CH_3)_3$ と、 $Al(AcAc)_3$ と、 $Al(DPM)_3$ と、 $Al(HFA)_3$ と、 $Al(OC_2H_5)_3$ と、 $Al(I-C_4H_9)_3$ と、 $Al(I-OC_3H_7)_3$ と、 $Al(OCH_3)_3$ と、 $Al(n-OC_4H_9)_3$ と、 $Al(n-OC_3H_7)_3$ と、 $Al(sec-OC_4H_9)_3$ と、 $Al(t-OC_4H_9)_3$ と、 $AlBr_3$ とよりなる群から選ばれるか、もしくは $Y(AcAc)_3$ と、 $Y(DPM)_3$ と、 $Y(O-iPr)(DPM)_2$ と、 $Y(HFA)_3$ と、 Cp_3Y とよりなる群から選ばれるか、もしくは $HfCl_4$ と、 $HfBr_4$ と、 $Hf(AcAc)_4$ と、 $Hf(DPM)_4$ と、 $Hf(O-iPr)(DPM)_3$ と、 $Hf(HFA)_4$ と、 $Hf[N(C_2H_5)_2]_4$ と、 $Hf[N(CH_3)_2]_4$ とよりなる群から
 15 選ばれるか、 $TiCl_4$ と、 $TiBr_4$ と、 TiI_4 と、 $Ti(I-OCH_3)_4$ と、 $Ti(OC_2H_5)_4$ と、 $Ti(I-OC_3H_7)_4$ と、 $Ti(n-OC_3H_7)_4$ と、 $Ti(n-OC_4H_9)_4$ と、 $Ti(AcAc)_4$ と、 $Ti(AcAc)_2Cl_2$ と、 $Ti(DPM)_4$ と、 $Ti(DPM)_2Cl_2$ と、 $Ti(O-iPr)(DPM)_3$ と、 $Ti(HFA)_2Cl_2$ とよりなる群から選ばれるか、もしくは $LaBr_3$ と、 LaI_3 と、 $La(OCH_3)_3$ と、 $La(OC_2H_5)_3$ と、 $La(I-OC_3H_7)_2$ と、 Cp_3La と、 $MeCp_3La$ と、 $La(DMP)_3$ と、 $La(HFA)_3$ と、 $La(AcAc)_3$ と、 $Cp(C_8H_8)Ti$ と、 $Cp_2Ti[N(CH_3)_2]_2$ と、 Cp_2TiCl_2 と、 $(C_2H_5)_2Ti(N_3)_2$ と、 $Ti[N(C_2H_5)_2]_4$ と、 $Ti[N(CH_3)_2]_4$ とより
 25 なる群から選ばれ、前記第2の処理ガスは、酸素ラジカル原子と、酸素ラジカル分子と、 O_3 と、 N_2O と、 H_2O_2 と、 H_2O と D_2O とよりなる群から選ばれる請求項1記載の基板処理装置。

59. 前記第3の処理ガスは成膜ガスである請求項48記載の基板処理装置。

60. 前記第3の処理ガスは前記第1の処理ガスと異なり、 $\text{H}_2\text{Si}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_2$ と、 $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{SiH}_2$ と、 $(\text{CH}_3)_2\text{SiCl}_2$ と、 $(\text{CH}_3)_2\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_2$ と、 $(\text{CH}_3)_2\text{Si}(\text{OCH}_3)_2$ と、 $(\text{CH}_3)_2\text{SiH}_2$ と、 $\text{C}_2\text{H}_5\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$ と、 $(\text{CH}_3)_3\text{SiSi}(\text{CH}_3)_3$ と、 $\text{HN}[\text{Si}(\text{CH}_3)_3]_2$ と、 $(\text{CH}_3)(\text{C}_6\text{H}_5)\text{SiCl}_2$ と、 CH_3SiH_3 と、 CH_3SiCl_3 と、 $\text{CH}_3\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$ と、 $\text{CH}_3\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$ と、 $\text{C}_6\text{H}_5\text{Si}(\text{Cl})(\text{OC}_2\text{H}_5)_2$ と、 $\text{C}_6\text{H}_5\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$ と、 $(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{Si}$ と、 $\text{Si}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_4$ と、 $\text{Si}(\text{CH}_3)_4$ と、 $\text{Si}(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{H}$ と、 $(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{SiN}_3$ と、 $(\text{CH}_3)_3\text{SiCl}$ と、 $(\text{CH}_3)_3\text{SiOC}_2\text{H}_5$ と、 $(\text{CH}_3)_3\text{SiOCH}_3$ と、 $(\text{CH}_3)_3\text{SiH}$ と、 $(\text{CH}_3)_3\text{SiN}_3$ と、 $(\text{CH}_3)_3(\text{C}_2\text{H}_5)\text{Si}$ と、 $\text{SiH}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_3$ と、 $\text{SiH}[\text{N}(\text{CH}_3)_2]_2$ と、 $\text{Si}(\text{CH}_3\text{COO})_4$ と、 $\text{Si}(\text{OCH}_3)_4$ と、 $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$ と、 $\text{Si}(\text{I}-\text{OC}_3\text{H}_7)_4$ と、 $\text{Si}(\text{t}-\text{OC}_4\text{H}_9)_4$ と、 $\text{Si}(\text{n}-\text{OC}_4\text{H}_9)_4$ と、 $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3\text{F}$ と、 $\text{HSi}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$ と、 $\text{Si}(\text{I}-\text{OC}_3\text{H}_7)_3\text{F}$ と、 $\text{Si}(\text{OCH}_3)_3\text{F}$ と、 $\text{HSi}(\text{OCH}_3)_3$ と、 H_2SiCl_2 と、 Si_2Cl_6 と、 Si_2F_6 と、 SiF_4 と、 SiCl_4 と、 SiBr_4 と、 HSiCl_3 と、 SiCl_3F と、 Si_3H_8 と、 SiH_2Cl_2 と、 $\text{Si}(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{Cl}_2$ とよりなる群から選ばれるか、もしくは $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{AlN}_3$ と、 $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{AlBr}$ と、 $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{AlCl}$ と、 $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{AlI}$ と、 $(\text{I}-\text{C}_4\text{H}_9)\text{AlH}$ と、 $(\text{CH}_3)_2\text{AlNH}_2$ と、 $(\text{CH}_3)_2\text{AlCl}$ と、 $(\text{CH}_3)_2\text{AlH}$ と、 $(\text{CH}_3)_2\text{AlH}:\text{N}(\text{CH}_3)_2\text{C}_2\text{H}_5$ と、 $\text{AlH}_3:\text{N}(\text{CH}_3)_2\text{C}_2\text{H}_5$ と、 $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{Cl}_2$ と、 $\text{Al}(\text{CH}_3)\text{Cl}_2$ と、 $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$ と、 $\text{Al}(\text{I}-\text{C}_4\text{H}_9)\text{Al}$ と、 $\text{Al}(\text{I}-\text{OC}_4\text{H}_9)_3\text{AlCl}_3$ と、 $\text{Al}(\text{CH}_3)_3$ と、 $\text{AlH}_3:\text{N}(\text{CH}_3)_3$ と、 $\text{Al}(\text{AcAc})_3$ と、 $\text{Al}(\text{DPM})_3$ と、 $\text{Al}(\text{HFA})_3$ と、 $\text{Al}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$ と、 $\text{Al}(\text{I}-\text{C}_4\text{H}_9)_3$ と、 $\text{Al}(\text{I}-\text{OC}_3\text{H}_7)_3$ と、 $\text{Al}(\text{OCH}_3)_3$ と、 $\text{Al}(\text{n}-\text{OC}_4\text{H}_9)_3$ と、 $\text{Al}(\text{n}-\text{OC}_3\text{H}_7)_3$ と、 $\text{Al}(\text{sec}-\text{OC}_4\text{H}_9)_3$ と、 $\text{Al}(\text{t}-\text{OC}_4\text{H}_9)_3$ と、 AlBr_3 とよりなる群から選ばれる請求項48記載の基板処理装置。

6 1. 少なくとも前記第 1 の切替弁は切替弁容器と、前記切替弁容器中に回
動自在に設けられたセラミック弁体と、切替弁容器中において前記セラミック弁
体に一体的に結合された磁性体と、前記切替弁容器の外側に設けられ、前記磁性
5 体と磁氣的に結合した電磁駆動部とよりなり、前記セラミック弁体中には溝が形
成されている請求項 1 記載の基板処理装置。

6 2. 処理容器と、前記処理容器中に、前記被処理基板を保持可能に設けら
れた基板保持台と、前記処理容器中、前記基板保持台の第 1 の側に形成された第
10 1 の処理ガス供給部と、前記処理容器中、前記基板保持台の第 2 の、前記第 1 の
側に対向する側に形成された第 1 の排気口と、前記処理容器中、前記基板保持台
の前記第 2 の側に形成された第 2 の処理ガス供給部と、前記処理容器中、前記基
板保持台の前記第 1 の側に形成された第 2 排気口を備えた基板処理装置を使った
基板処理方法であって、

15 前記第 1 の処理ガス供給部から第 1 の処理ガスを、前記被処理基板表面に沿っ
て前記第 1 の側から前記第 2 の側に流し、前記被処理基板表面に第 1 の処理を行
う工程と、

前記第 2 の処理ガス供給部から第 2 の処理ガスを、前記被処理基板表面に沿っ
て前記第 2 の側から前記第 1 の側に流し、前記被処理基板表面に第 2 の処理を行
20 う工程をよりなり、

前記第 1 の処理を行う工程では、前記第 2 の排気口の排気量を前記第 1 の排気
口の排気量よりも減少させ、

前記第 2 の処理を行う工程では、前記第 1 の排気口の排気量を前記第 2 の排気
口の排気量よりも減少させる基板処理方法。

25

6 3. 前記第 1 の処理を行う工程では、前記第 2 の処理ガス供給部から前記
処理容器中に不活性ガスを供給し、前記第 2 の処理を行う工程では、前記第 1 の
処理ガス供給部から前記処理容器中に不活性ガスを供給する請求項 6 2 記載の基
板処理方法。

6 4. 処理容器と、

前記処理容器中に、前記被処理基板を保持可能に設けられた基板保持台と、

前記処理容器中、前記基板保持台の第 1 の側に形成され、前記基板保持台上の

- 5 前記被処理基板表面に処理ガスを、前記処理ガスが前記被処理基板表面に沿って、
前記第 1 の側から前記第 1 の側に対向する第 2 の側に向かって流れるように供給
する処理ガス供給部と、

前記処理容器中、前記基板保持台の前記第 2 の側に形成された第 1 の排気口と、

前記処理容器中、前記基板保持台の前記第 2 の側に形成され、前記基板保持台

- 10 上の前記被処理基板表面にラジカルを、前記ラジカルが前記被処理基板表面に沿
って、前記第 2 の側から前記第 1 の側に向かって流れるように供給するラジカル
源と、

前記処理容器中、前記基板保持台の前記第 1 の側に形成された第 2 排気口を備
えた基板処理装置。

15

6 5. 前記ラジカル源は、前記処理容器の側壁部に設けられたプラズマ源よ
りなる請求項 6 4 記載の基板処理装置。

FIG. 1A

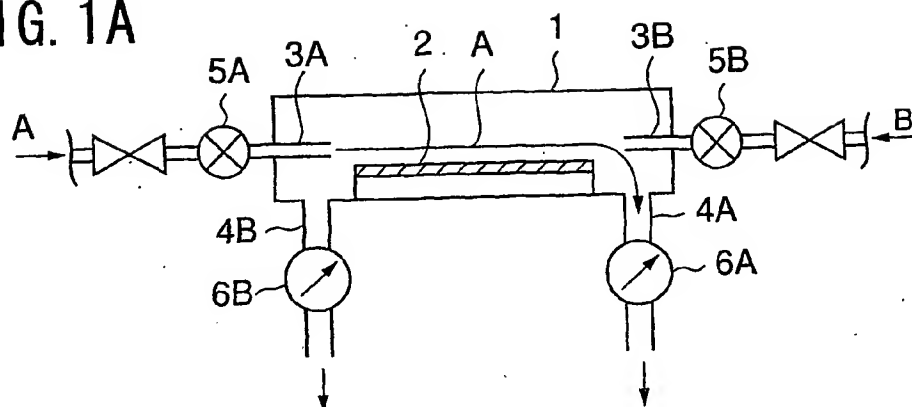


FIG. 1B

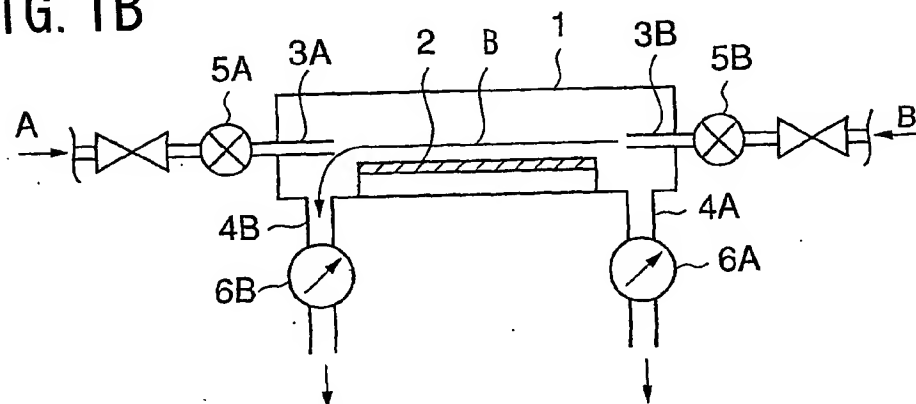


FIG. 2

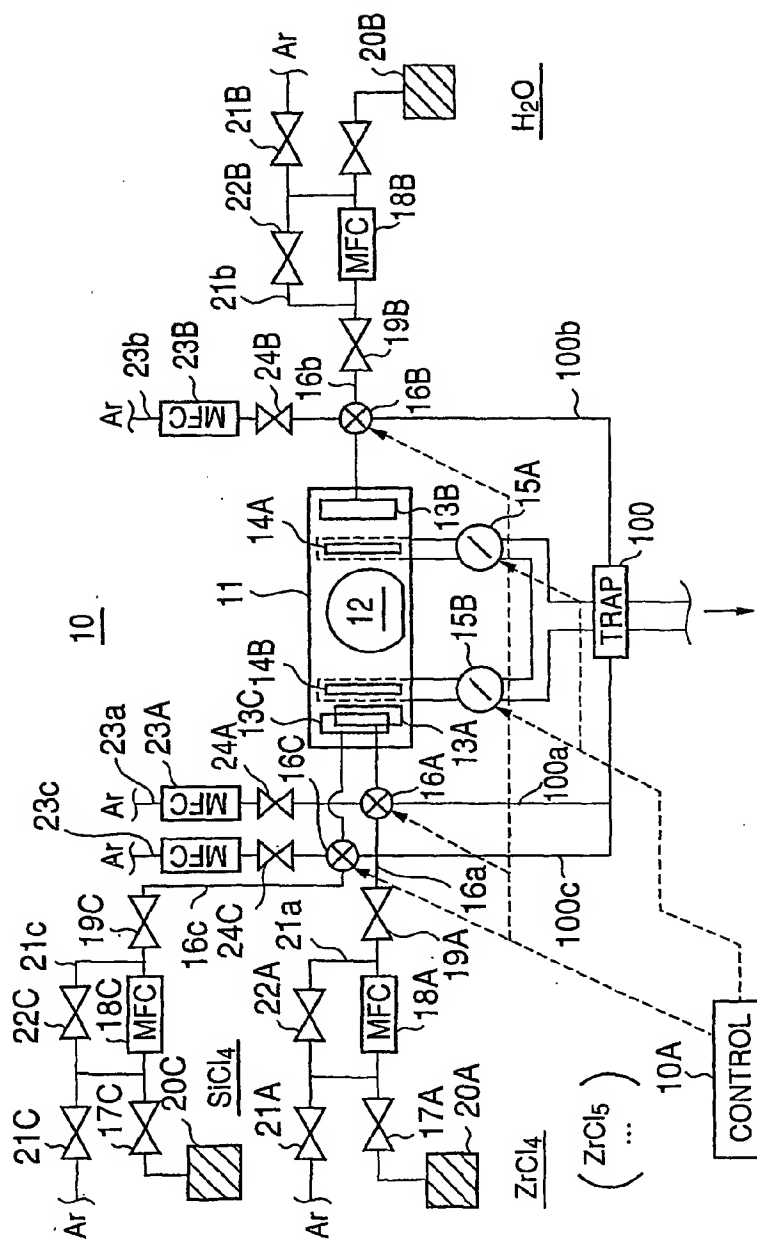


FIG. 3

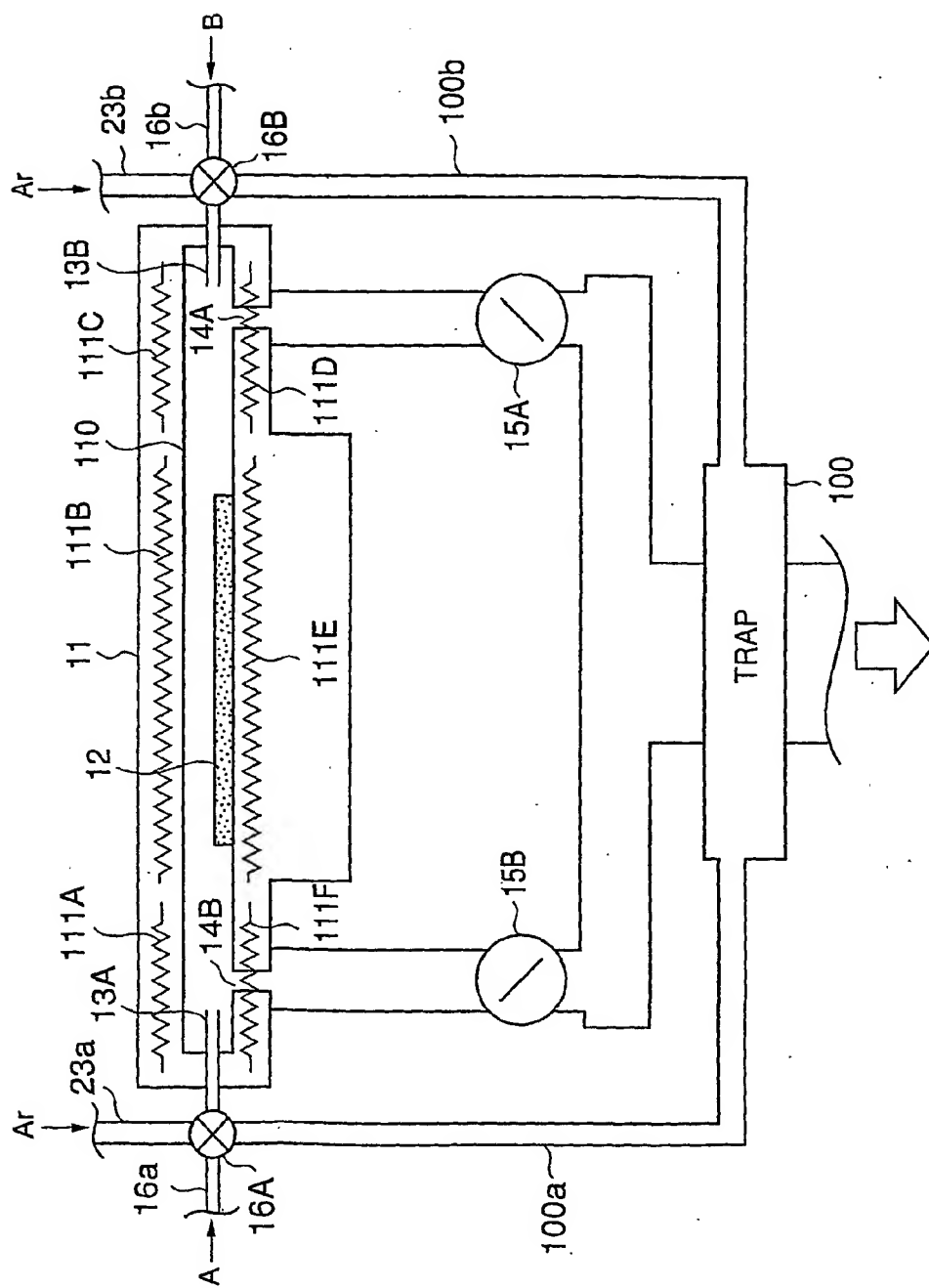


FIG. 4A

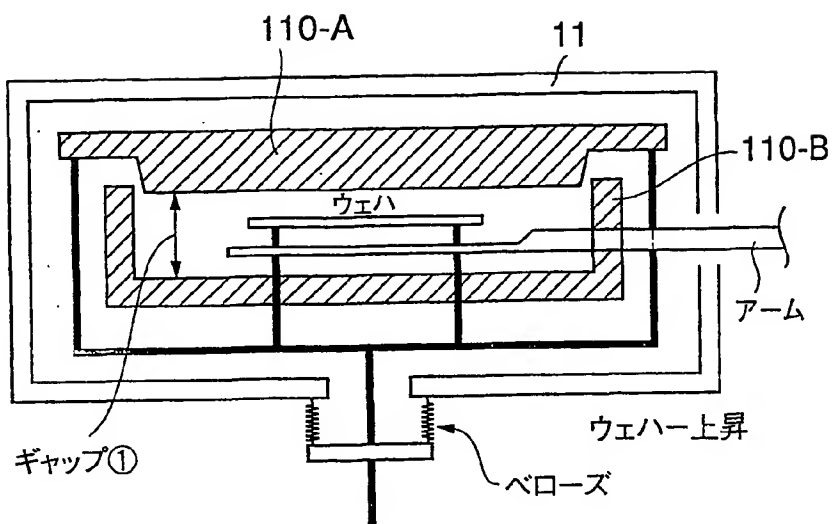


FIG. 4B

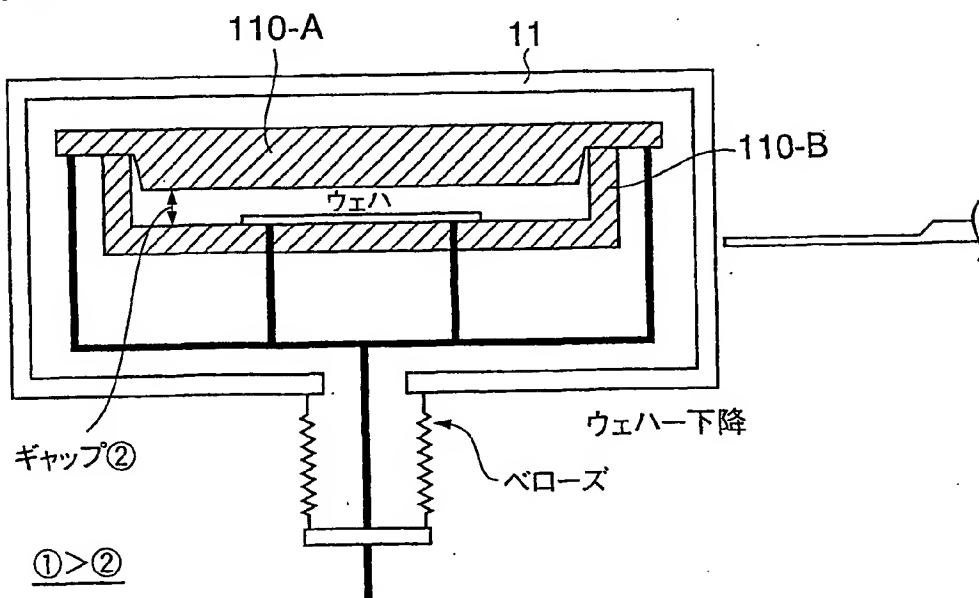


FIG. 5

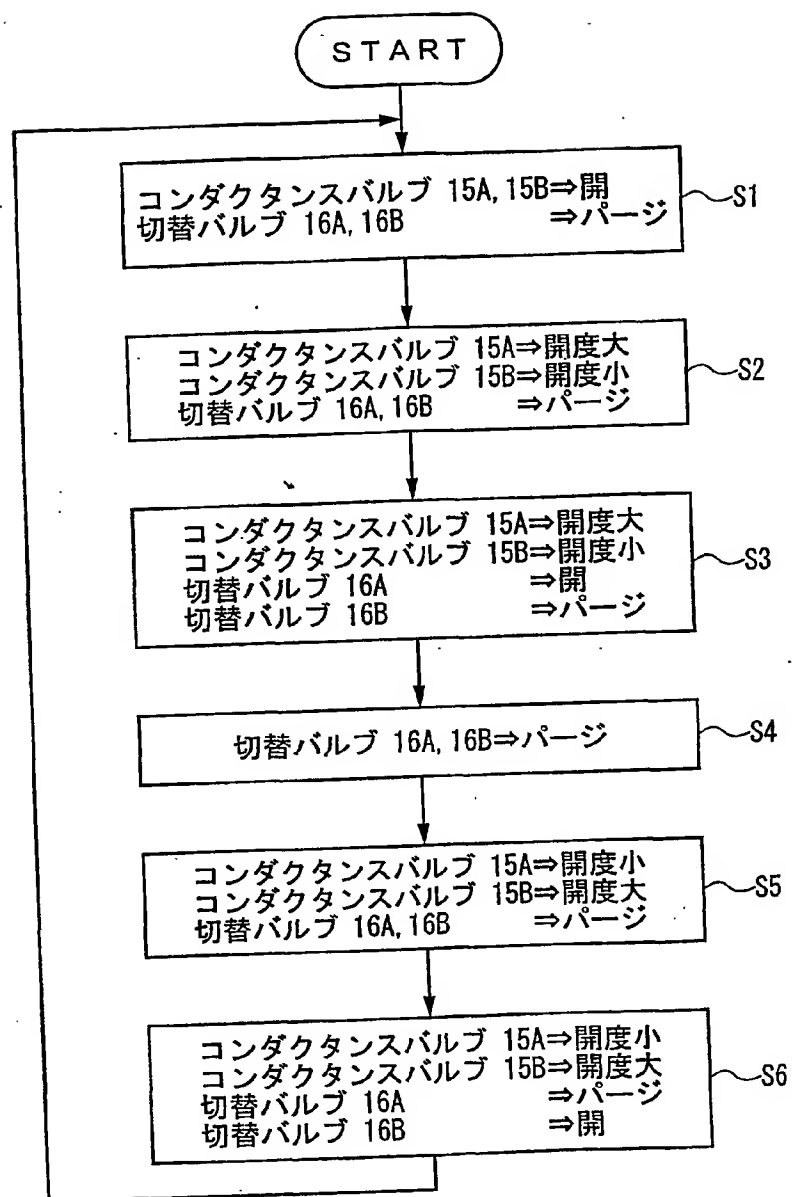


FIG.6

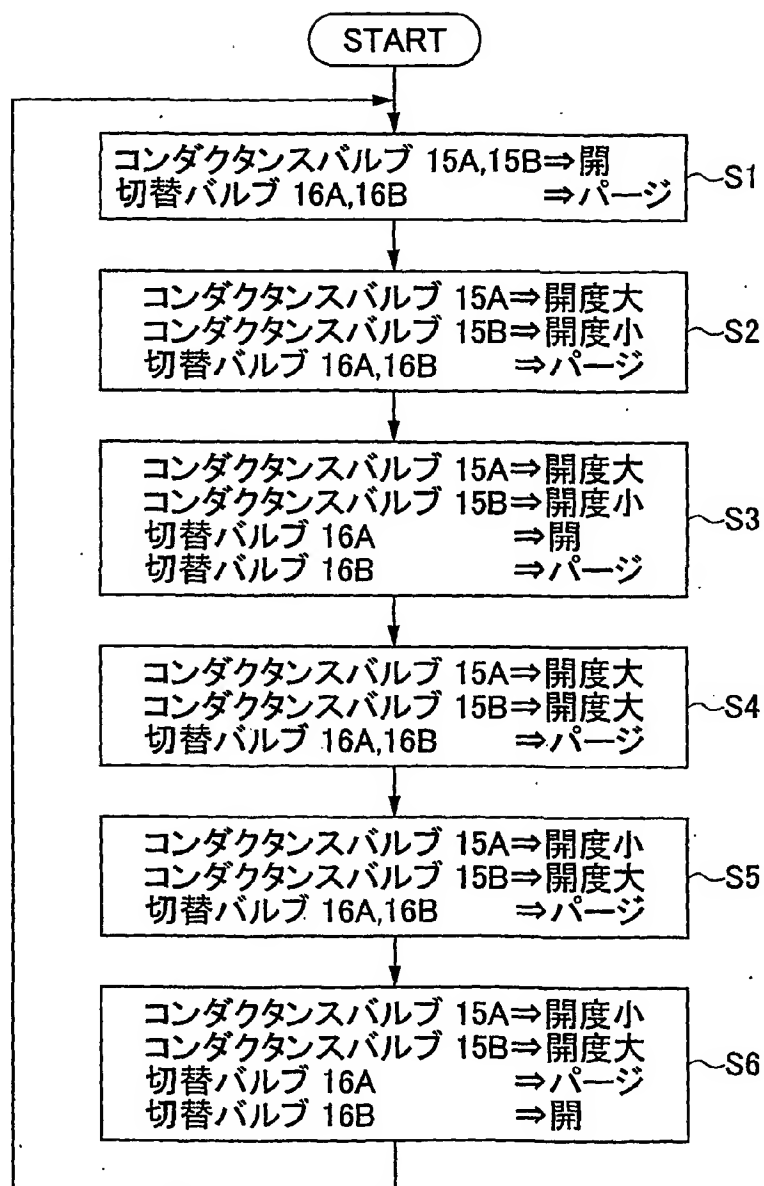


FIG. 7

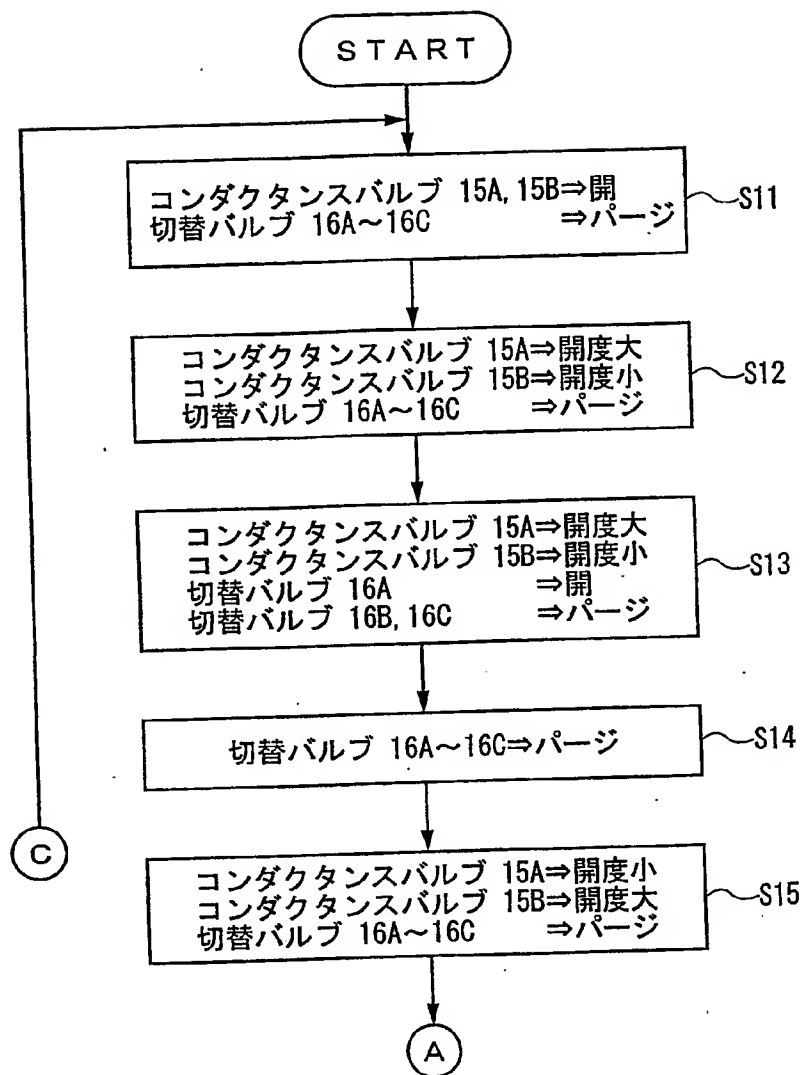


FIG. 8

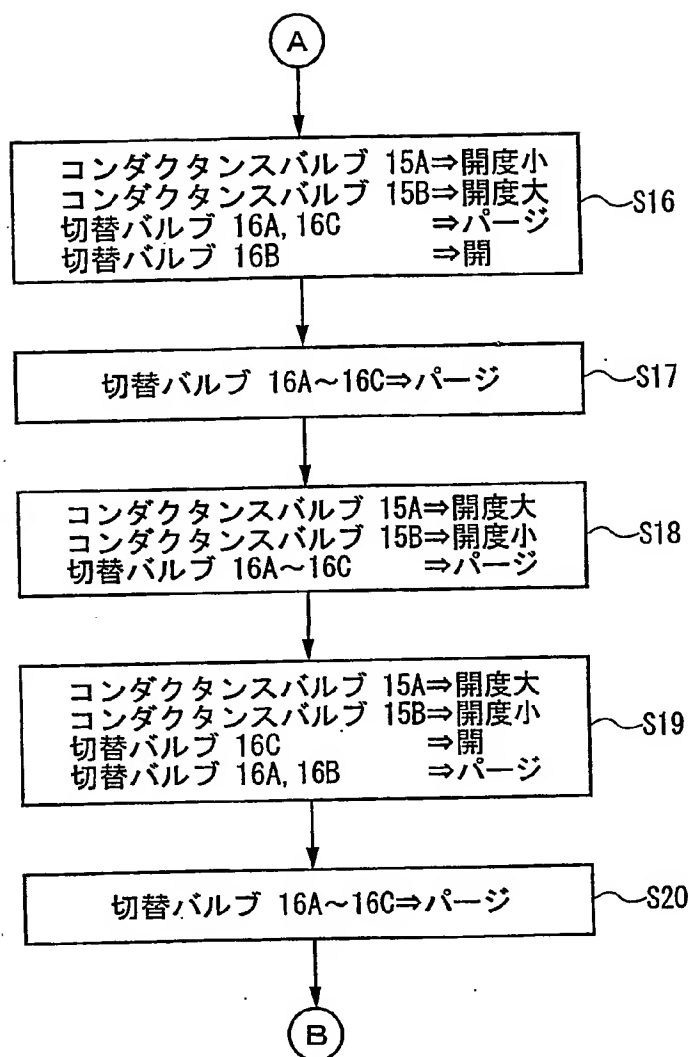


FIG. 9

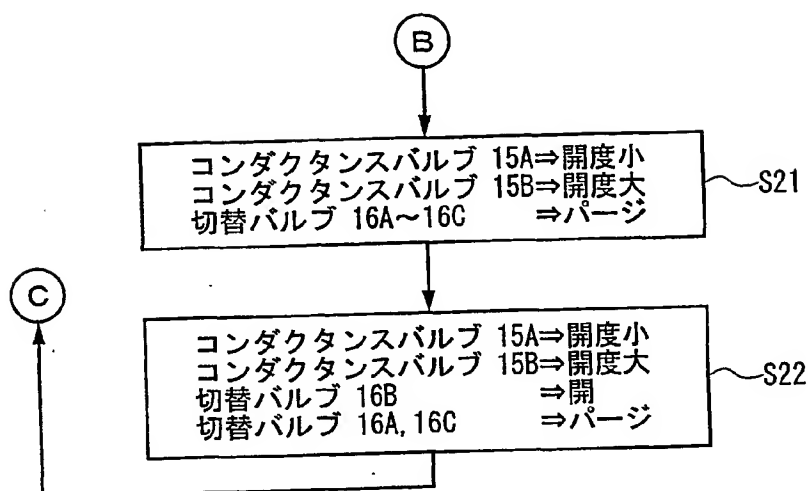


FIG.10

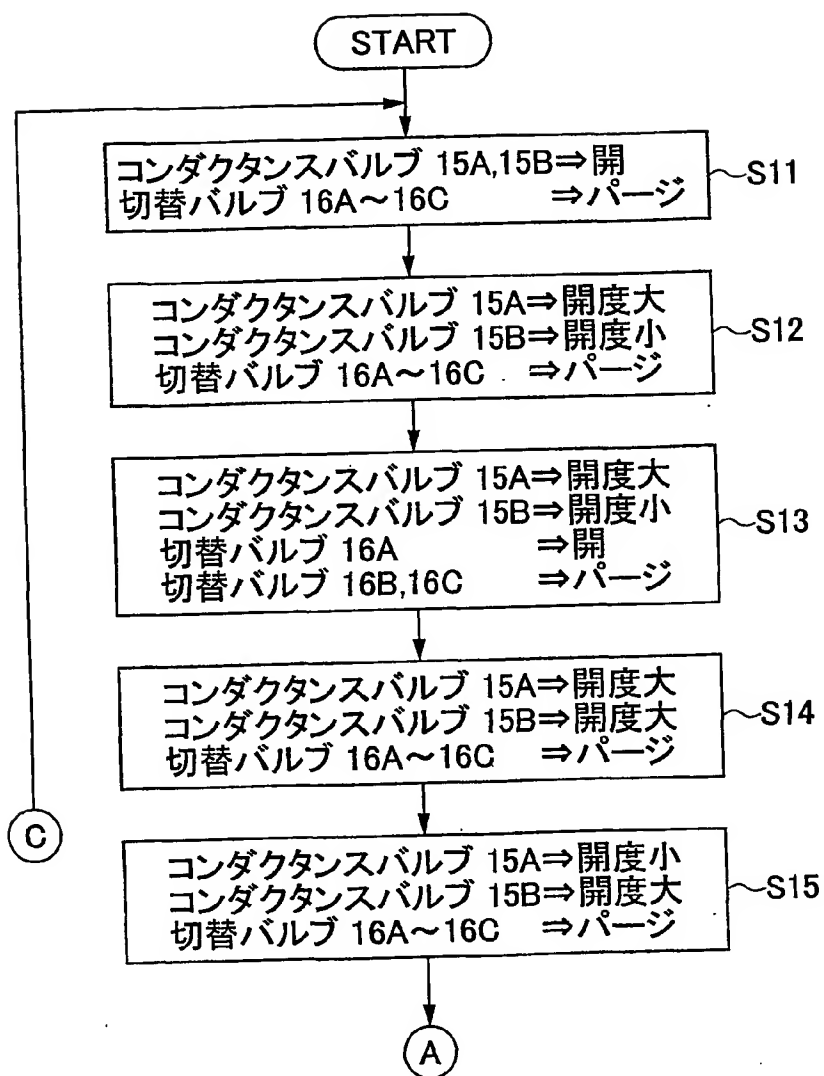


FIG.11

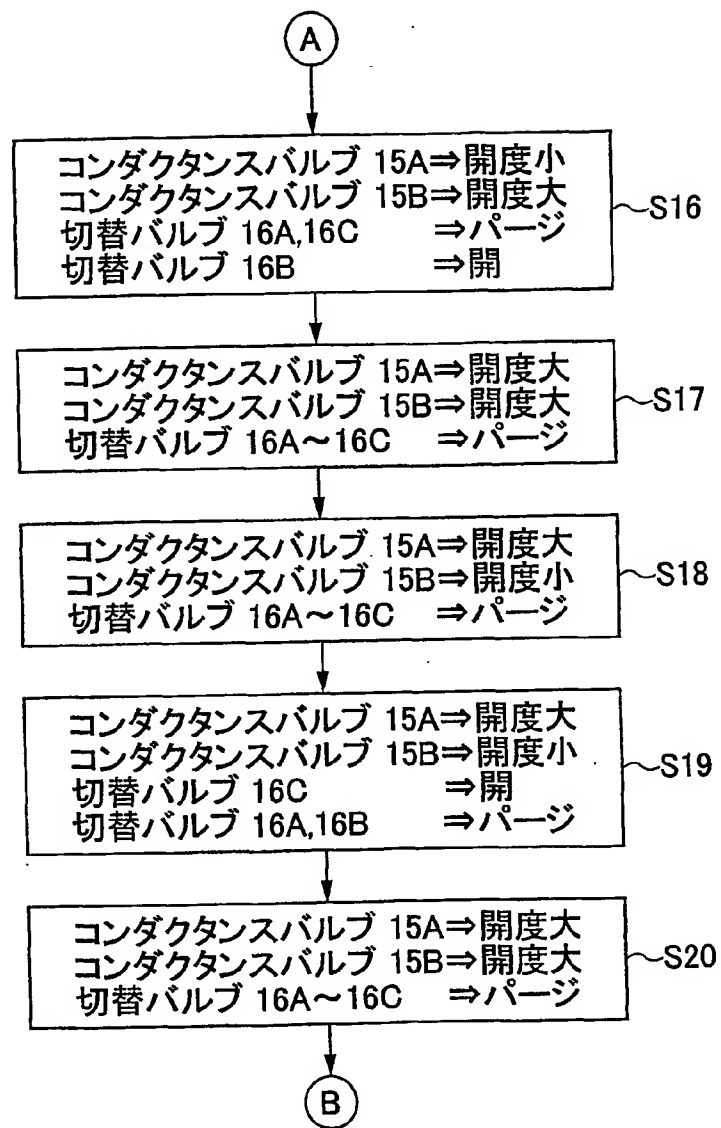


FIG. 12

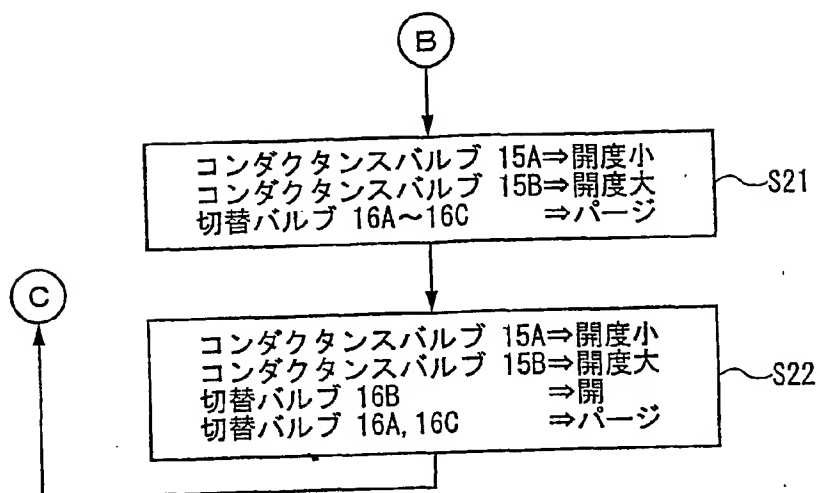


FIG. 13A

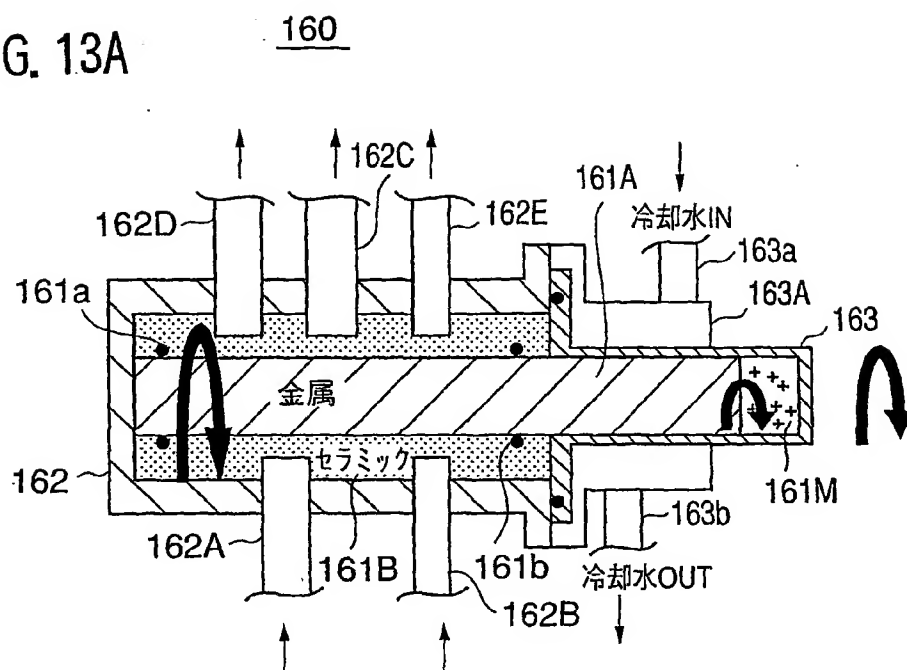


FIG. 13B

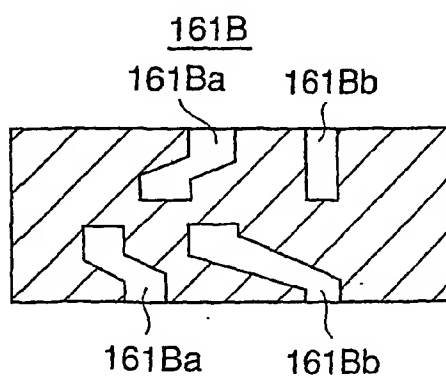


FIG. 14

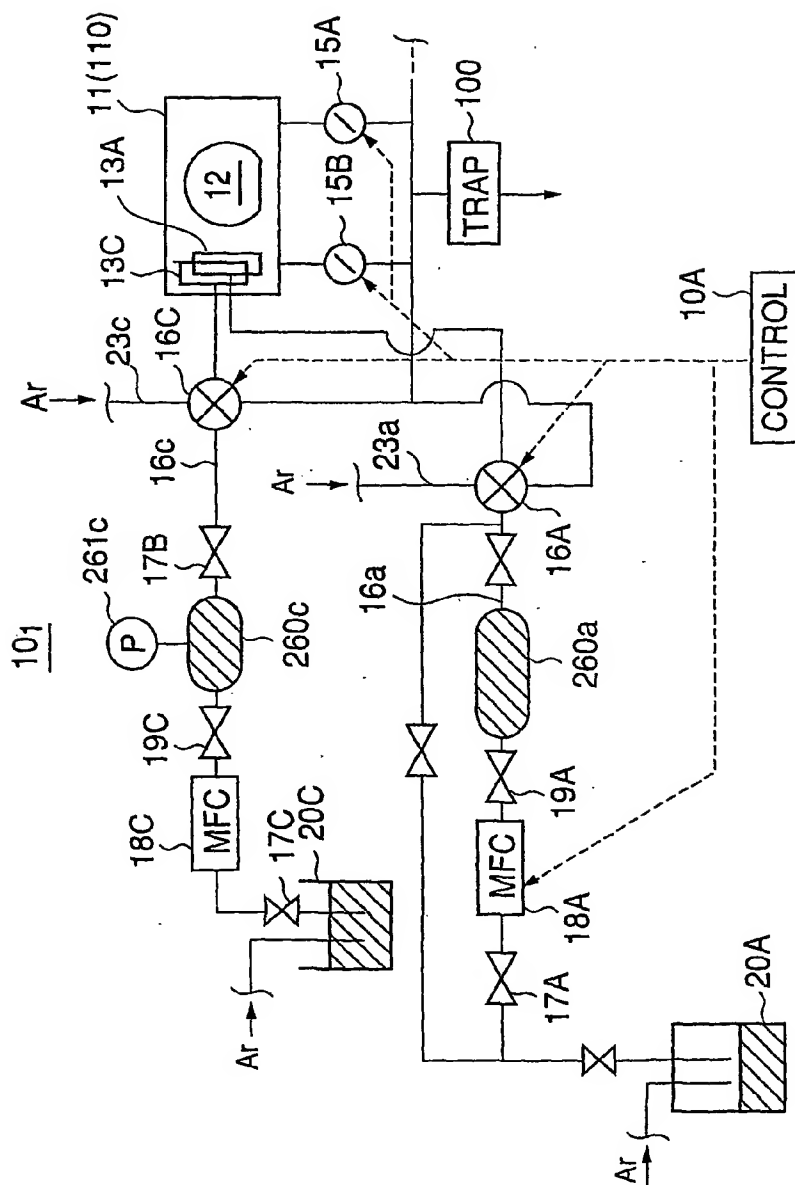


FIG.15

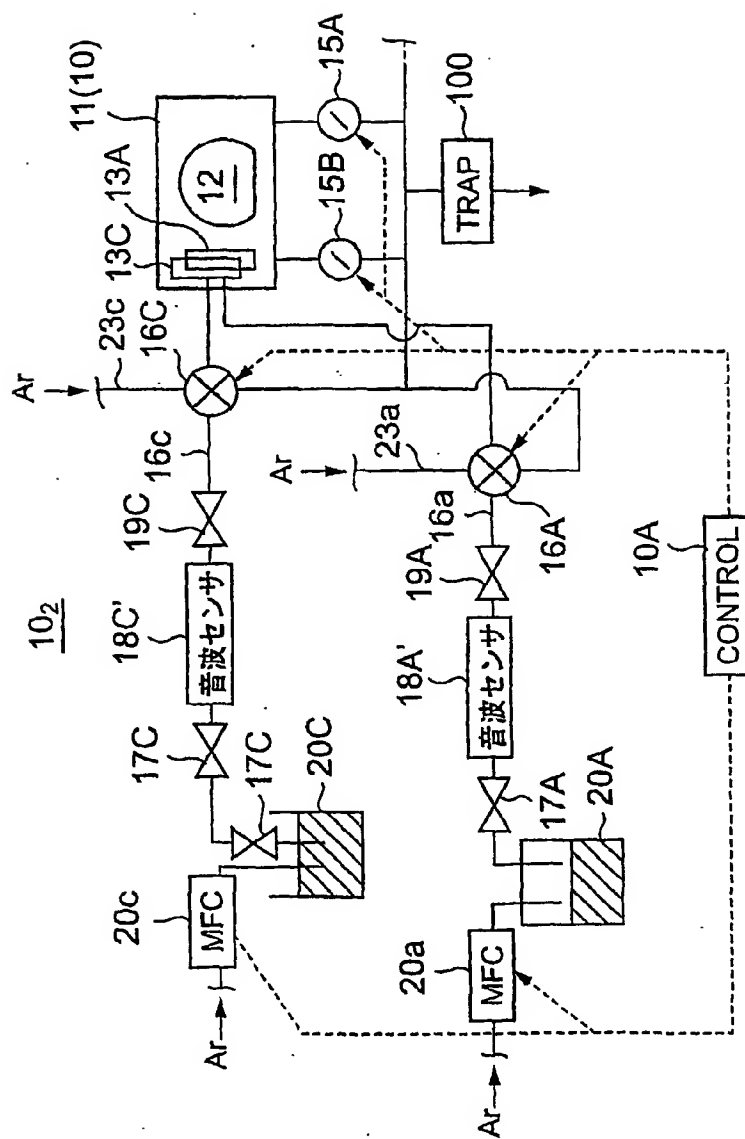
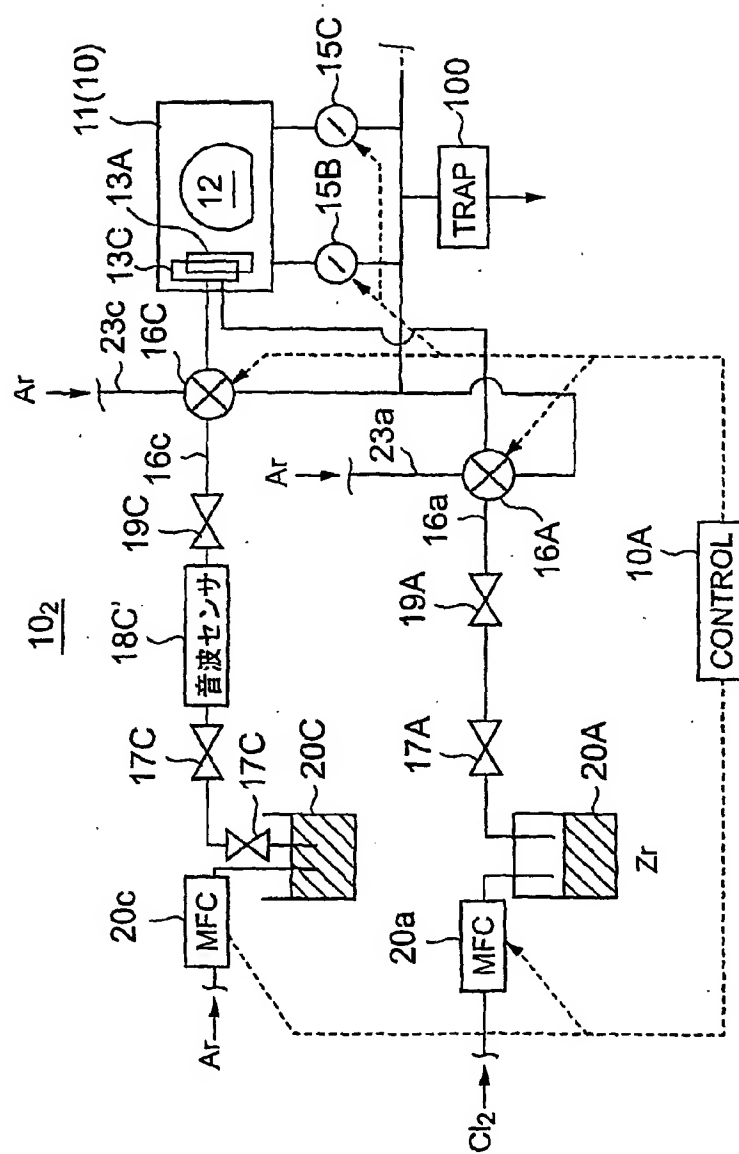
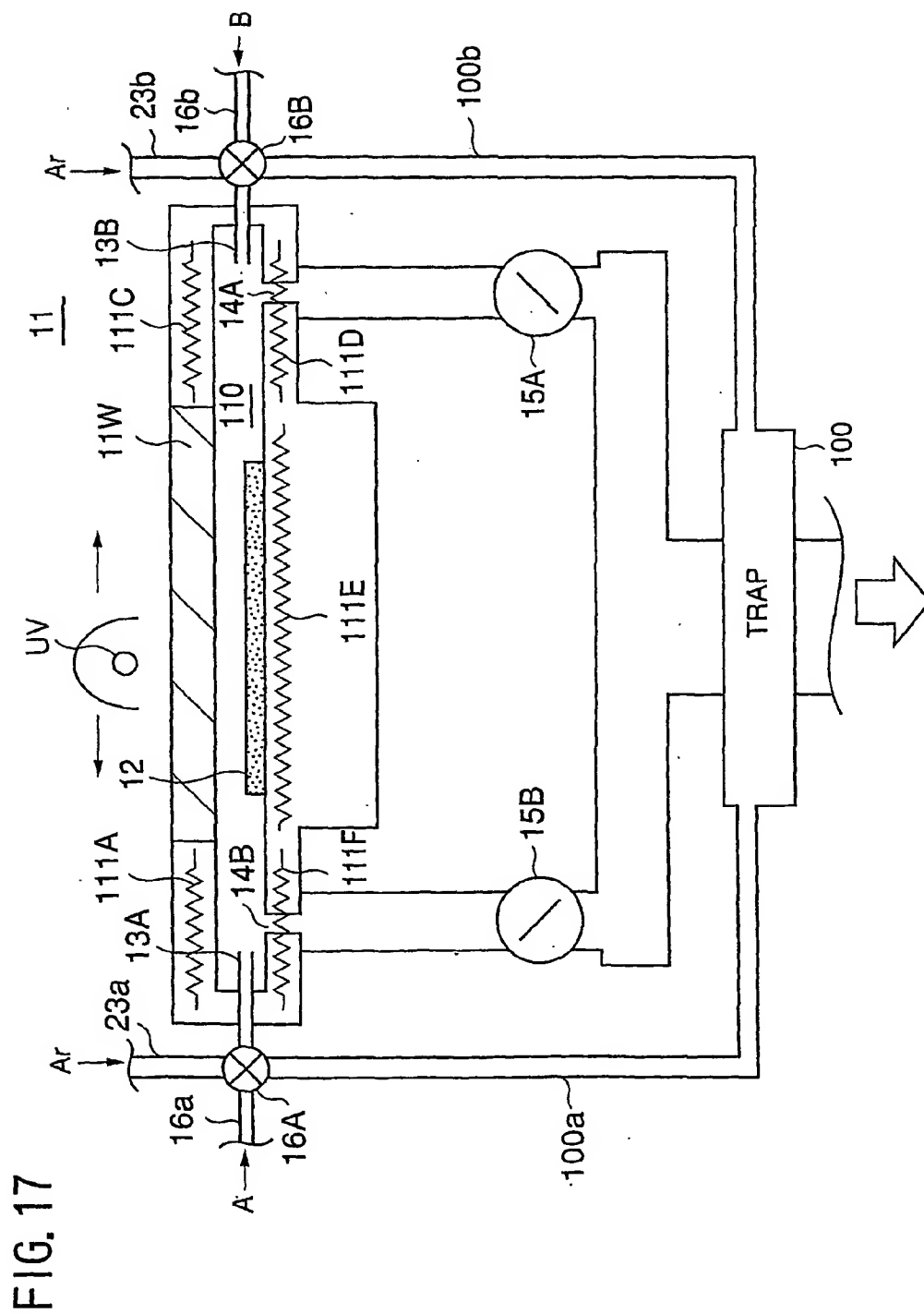


FIG.16





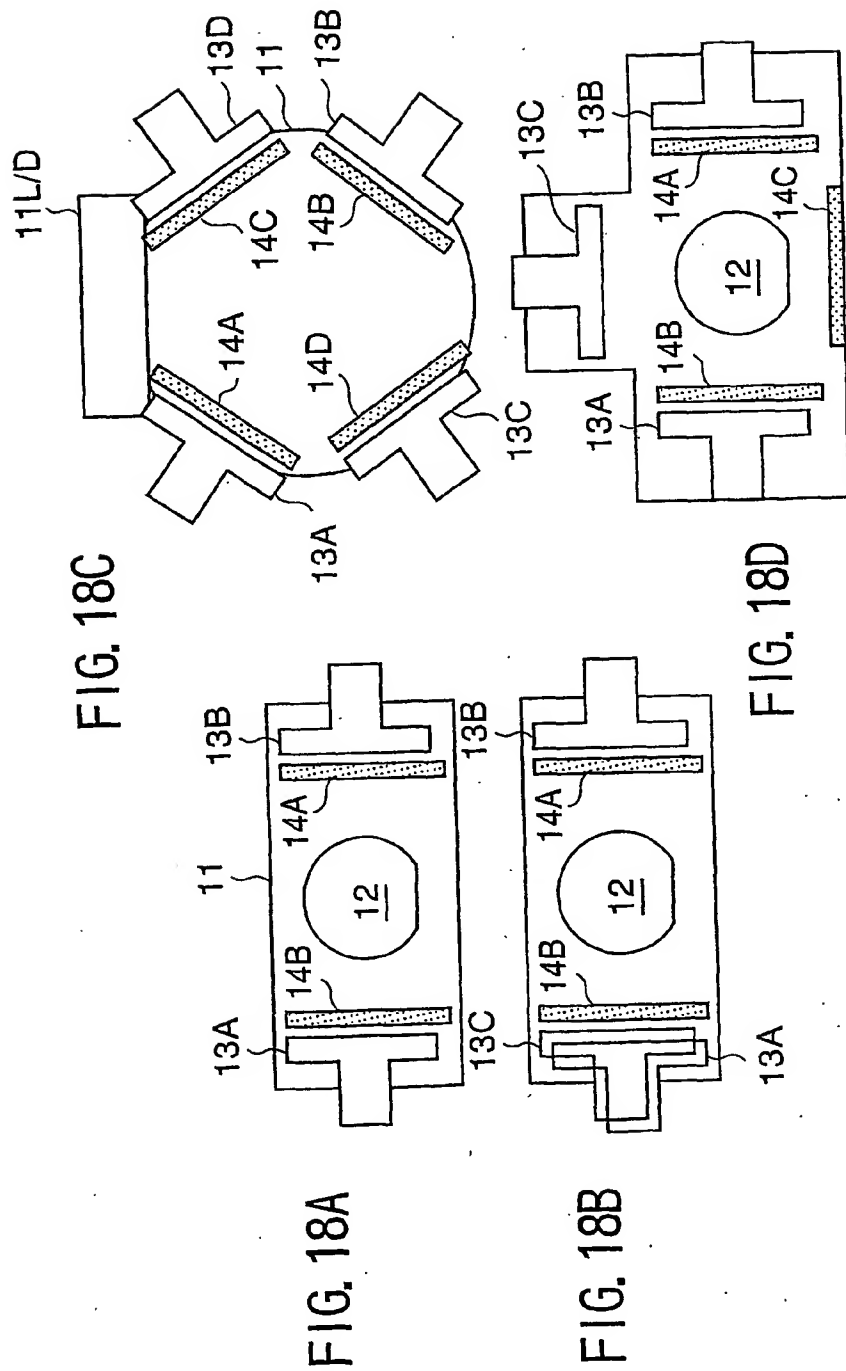


FIG. 19

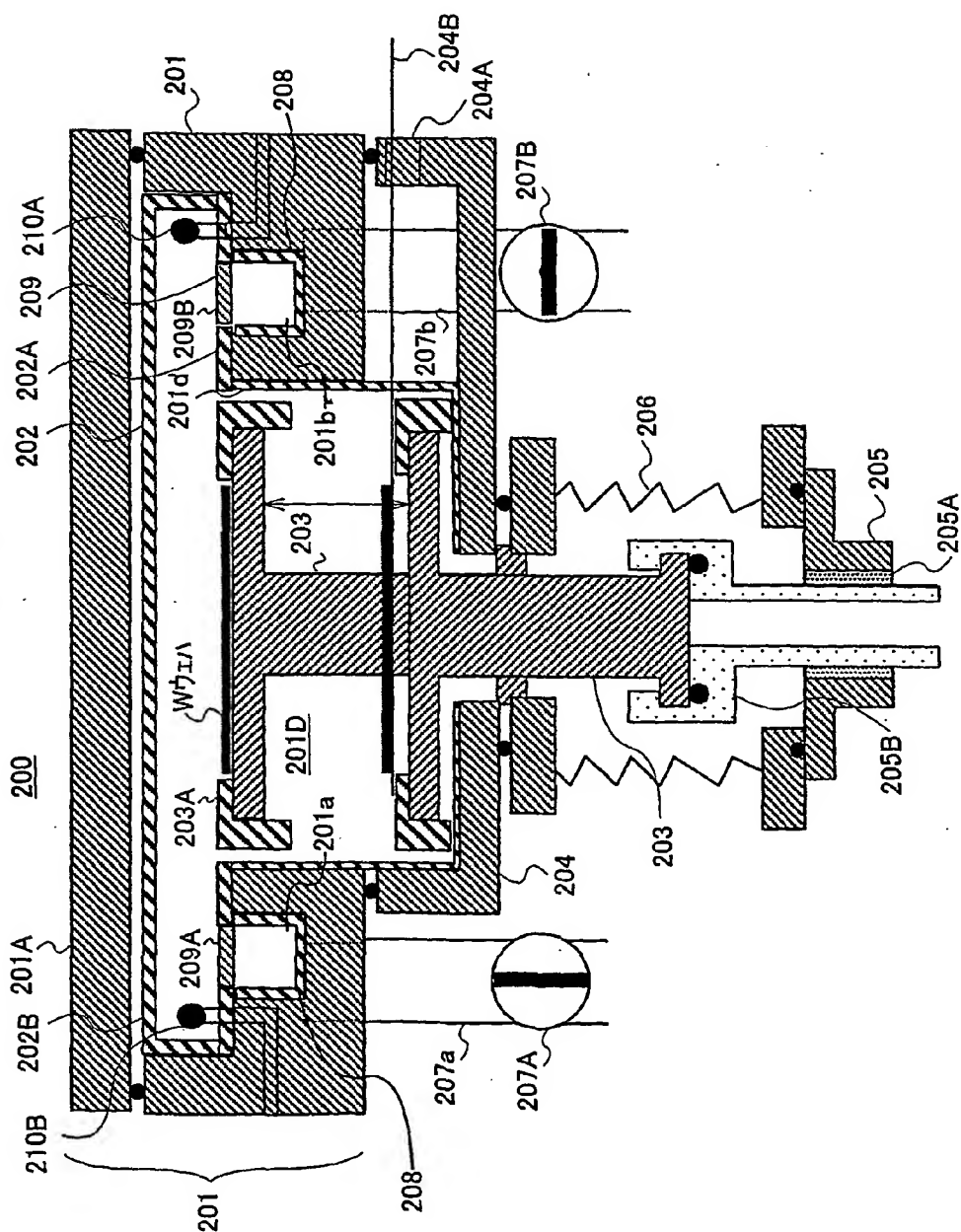
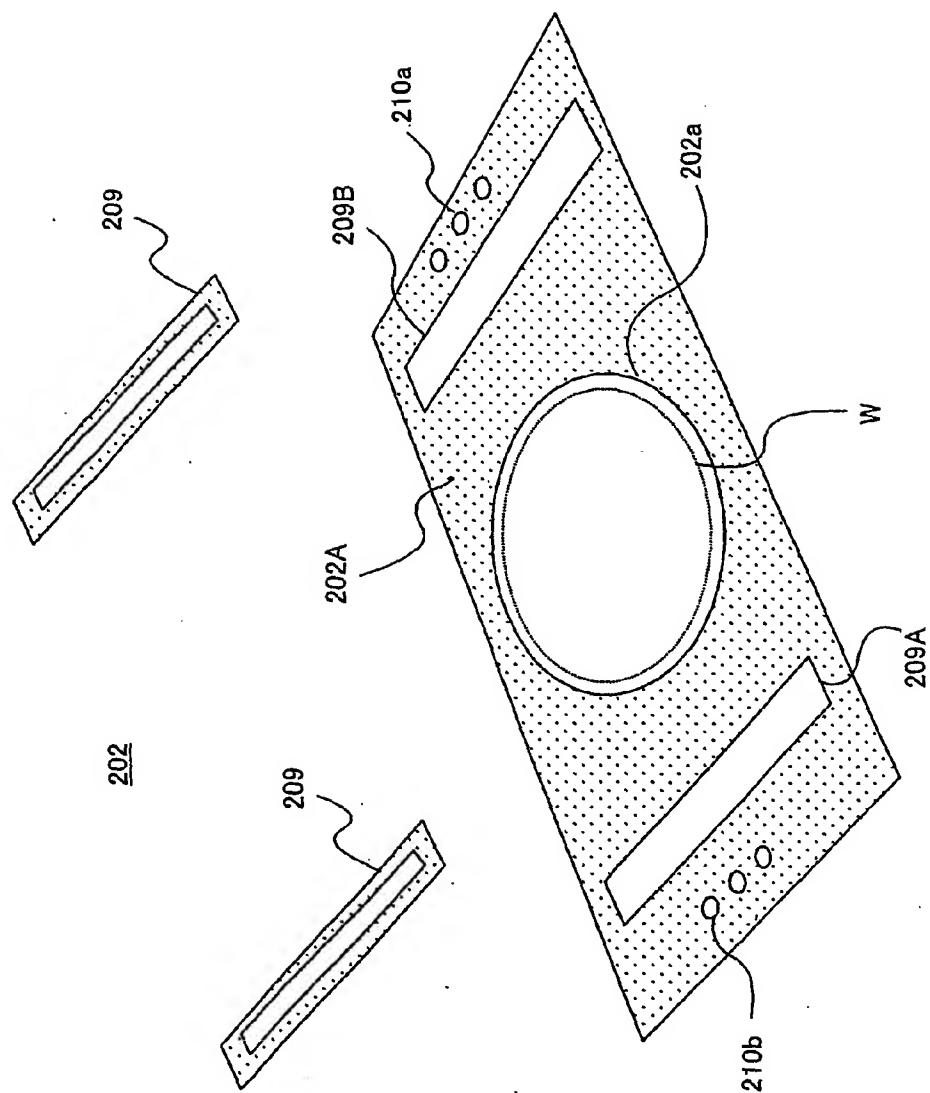


FIG. 20



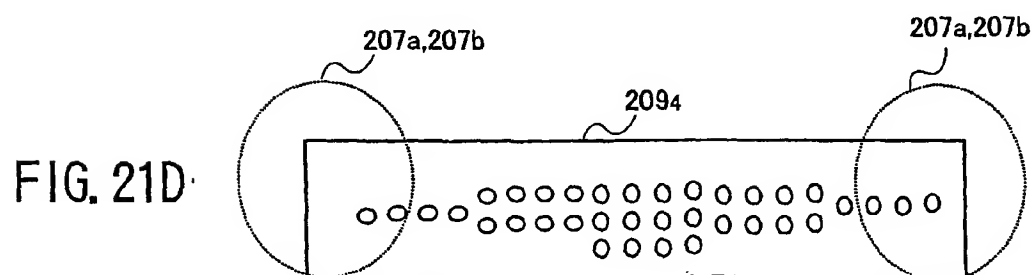
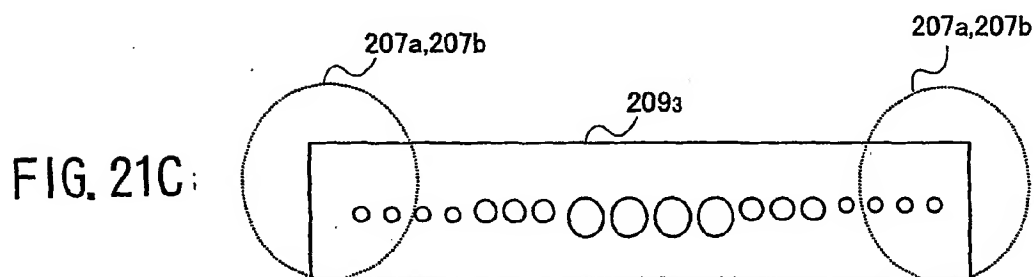
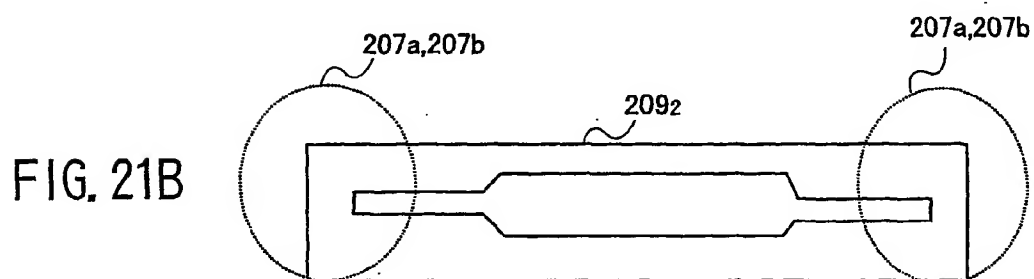
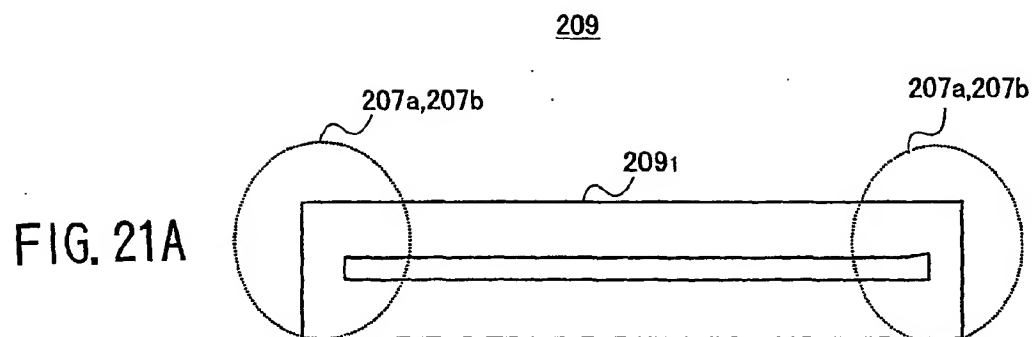


FIG. 22

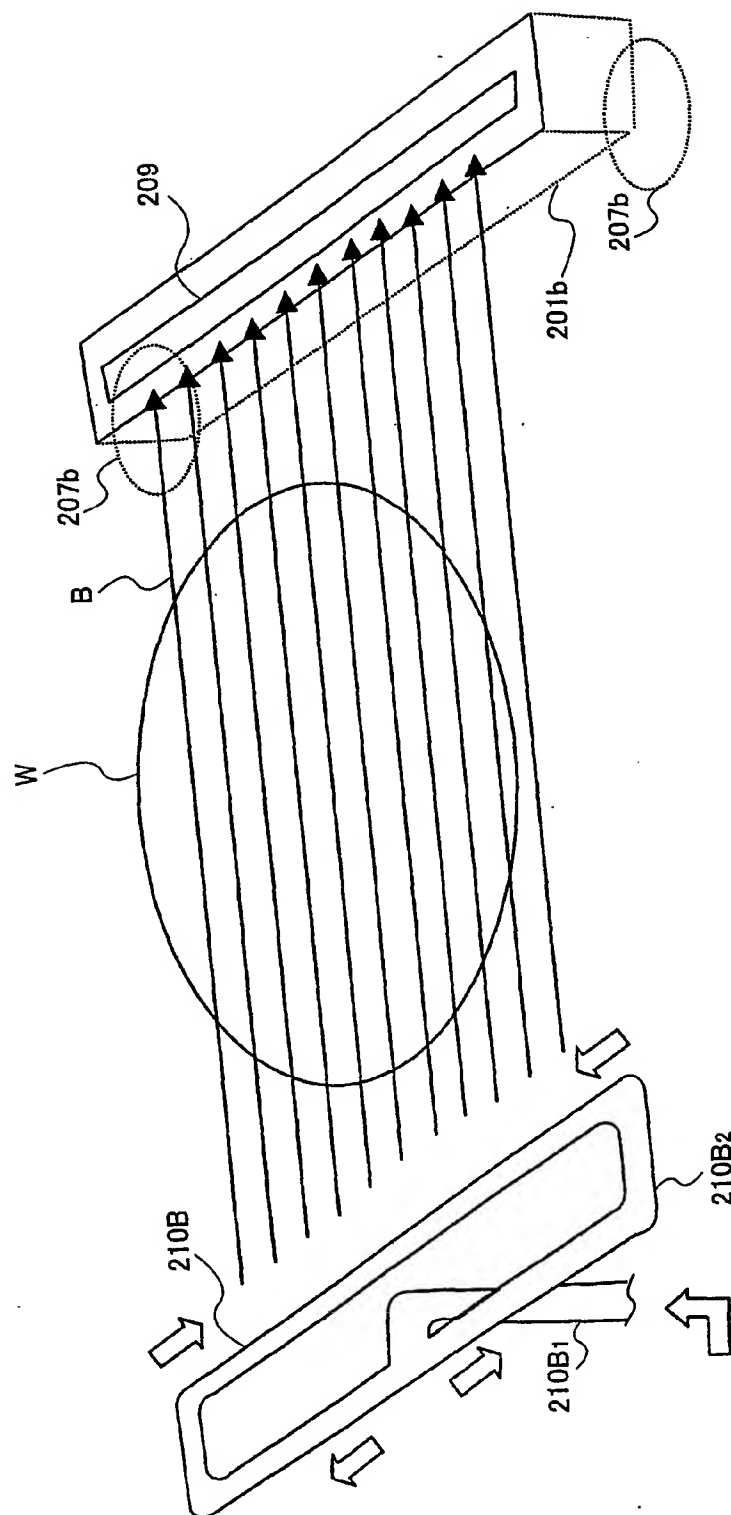


FIG. 23A

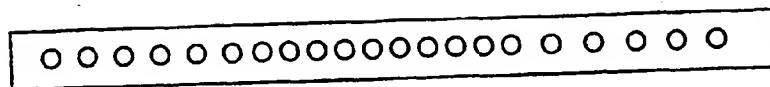


FIG. 23B

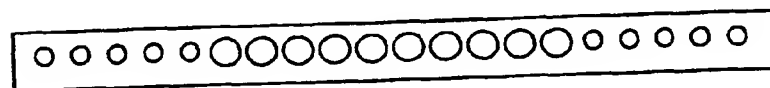


FIG. 23C

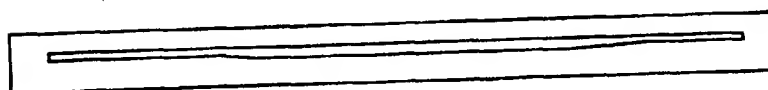


FIG. 24

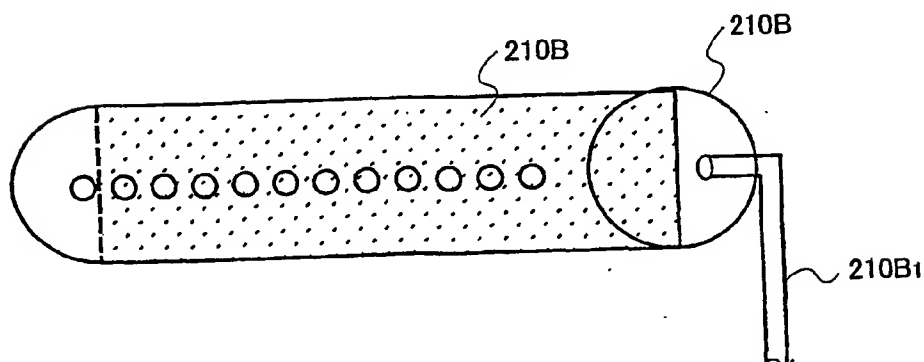


FIG. 25A

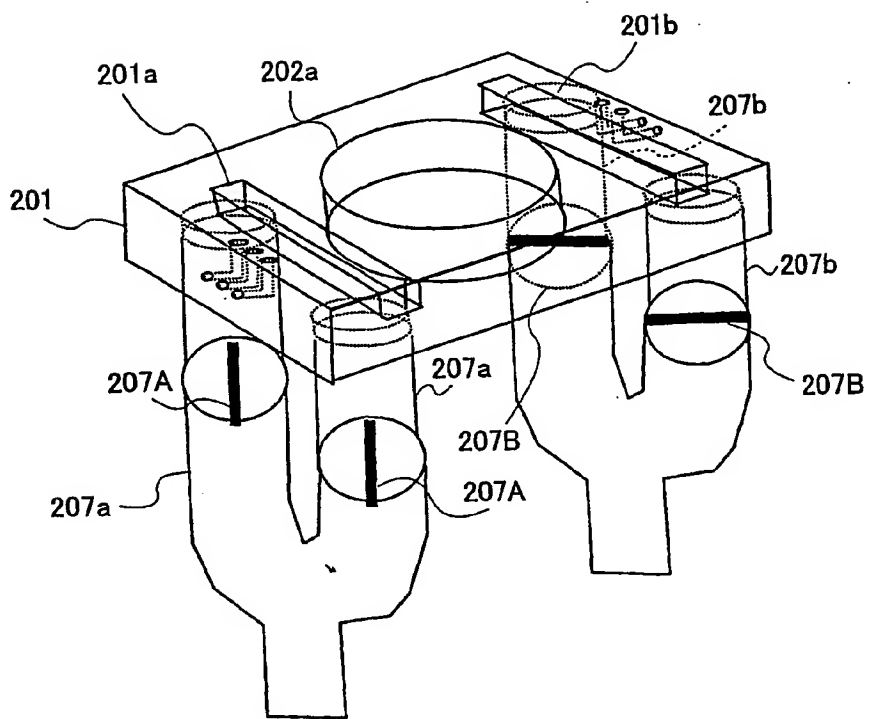


FIG. 25B

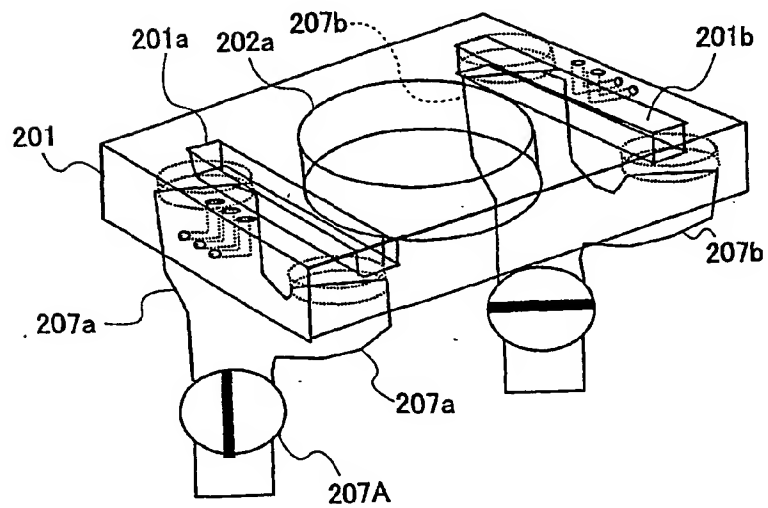
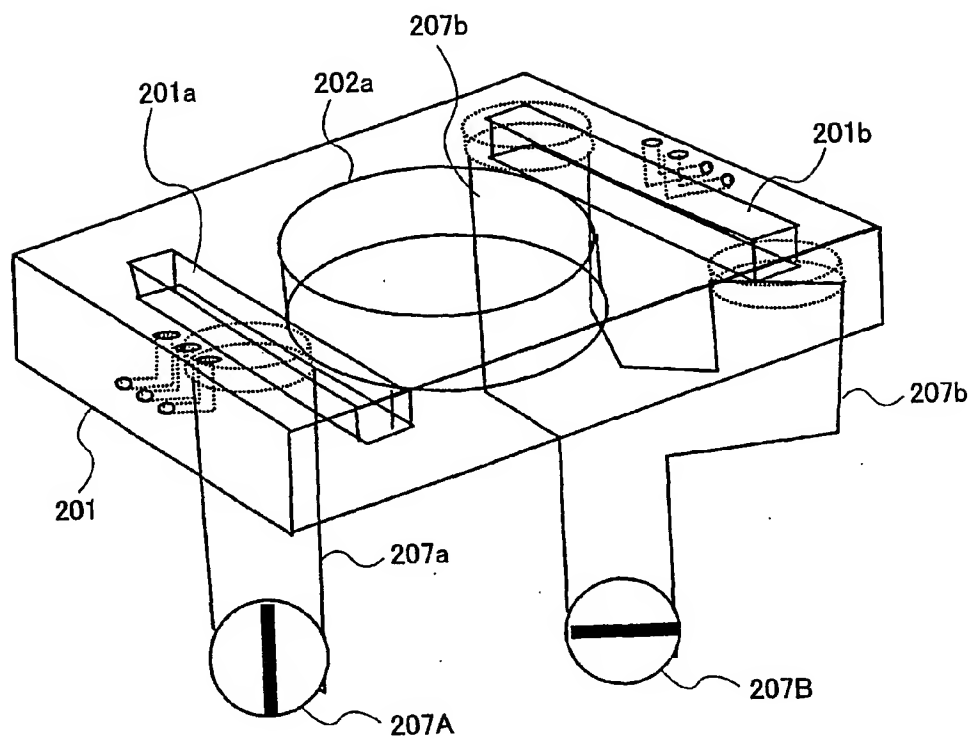


FIG. 26



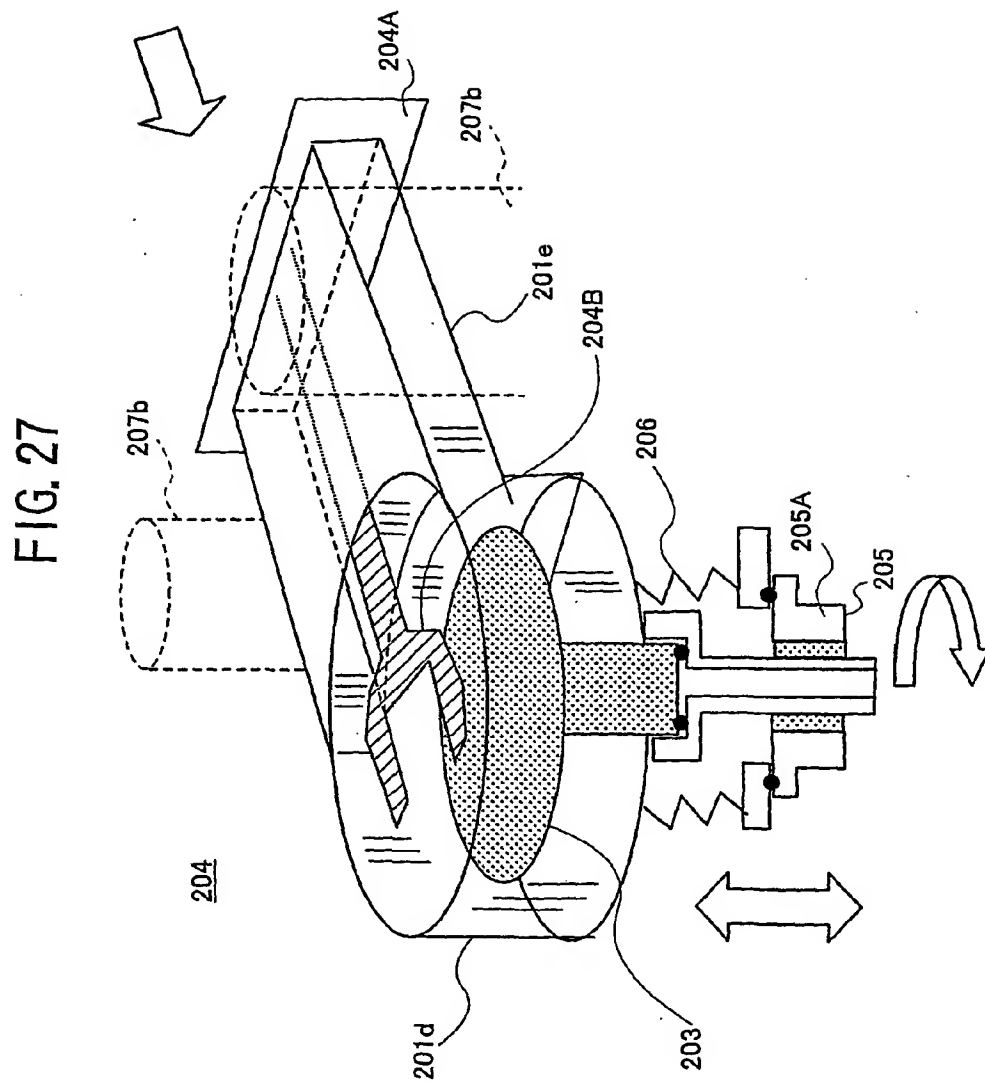


FIG. 28

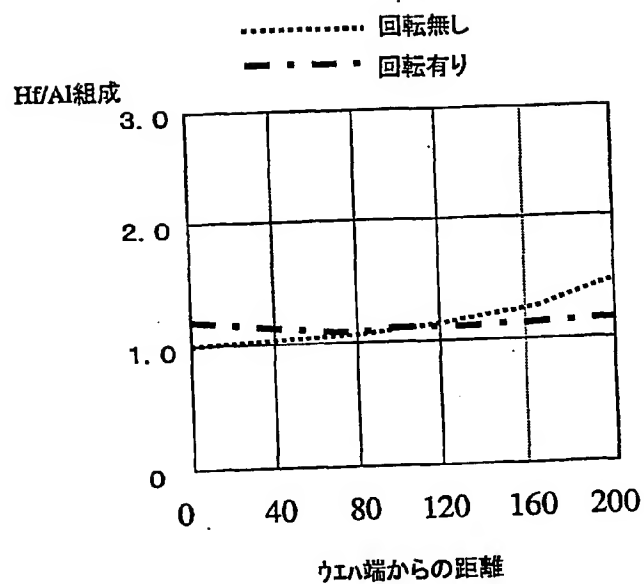


FIG. 29

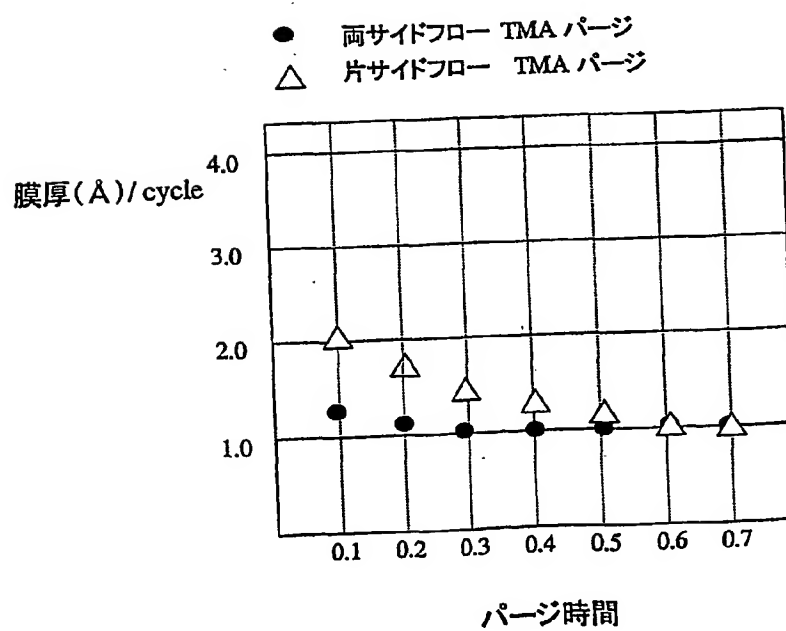
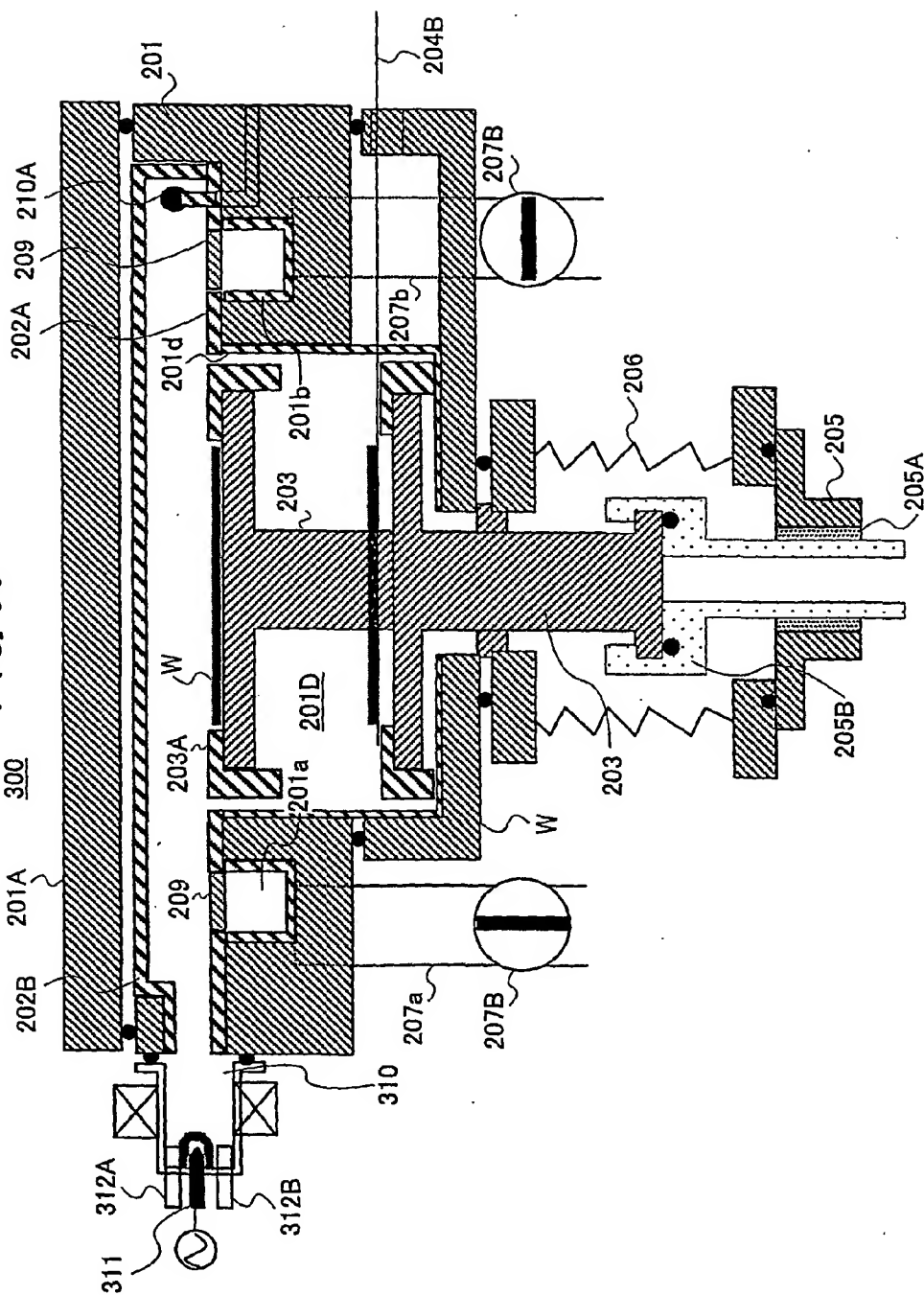


FIG. 30



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP01/06908

<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl.⁷ H01L21/205, H01L21/31, C23C16/40, C23C16/455</p>														
<p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>														
<p>B. FIELDS SEARCHED</p>														
<p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl.⁷ H01L21/205, H01L21/31, C23C16/40, C23C16/455</p>														
<p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched</p> <table border="0"> <tr> <td>Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1922-1996</td> <td>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1994-2001</td> </tr> <tr> <td>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1971-2001</td> <td>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</td> <td>1996-2001</td> </tr> </table>			Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2001	Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2001	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2001				
Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2001											
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2001	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2001											
<p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p>														
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p>														
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
X	JP 9-162129 A (Hitachi, Ltd.), 20 June, 1997 (20.06.97), Fig. 2; Par. Nos. [0028] to [0043] (Family: none)	1, 2, 7, 9, 10, 13-15, 20, 35, 43, 46, 47, 62, 63												
Y		3-5, 10, 11, 21-23, 55, 56												
X	JP 7-94419 A (Hitachi, Ltd.), 07 April, 1995 (07.04.95), Figs. 1, 2; Par. Nos. [0022] to [0036], [0043] (Family: none)	1, 2, 7, 9, 13-15, 25, 30-33, 40, 41, 43, 46, 47, 55, 56,												
Y		3-5, 10, 11, 21-23, 61-63												
Y	JP 7-321056 A (Sony Corporation), 08 December, 1995 (08.12.95), Fig. 1; Par. Nos. [0006] to [0014], [0022] (Family: none)	3-5, 10, 11												
<p><input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.</p>														
<table border="0"> <tr> <td>* Special categories of cited documents:</td> <td>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</td> </tr> <tr> <td>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</td> <td>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</td> </tr> <tr> <td>"E" earlier document but published on or after the international filing date</td> <td>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</td> </tr> <tr> <td>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</td> <td>"&" document member of the same patent family</td> </tr> <tr> <td>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</td> <td></td> </tr> </table>			* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention	"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone	"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art	"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family	"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	
* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention													
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone													
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art													
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family													
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means														
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed														
<p>Date of the actual completion of the international search 22 October, 2001 (22.10.01)</p>		<p>Date of mailing of the international search report 06 November, 2001 (06.11.01)</p>												
<p>Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office</p>		<p>Authorized officer</p>												
<p>Facsimile No.</p>		<p>Telephone No.</p>												

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/06908

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-12470 A (Shin Etsu Handotai Co., Ltd.), 14 January, 2000 (14.01.00), Fig. 1 (Family: none)	3-5, 11
Y	JP 4-186825 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 03 July, 1992 (03.07.92), Figs. 2, 4 (Family: none)	3, 4, 11
Y	US 5994676 A (SGS-Thomson Microelectronics S.A.), 30 November, 1999 (30.11.99), Fig. 1(B) & JP 9-232241 A & FR 2744139 A1 & EP 787839 A1	21
Y	JP 2-30119 A (Matsushita Electric Ind. Co., Ltd.), 31 January, 1990 (31.01.90), Figs. 1, 2 (Family: none)	21, 22
Y	EP 606737 A (Shin Etsu Handotai Co., Ltd.), 20 July, 1994 (20.07.94), Fig. 8 & JP 6-232060 A Fig. 8 & US 5421288 A & US 5487358 A	22, 23
Y	JP 49-42858 U (Tokyo Shibaura Denki K.K.), 15 April, 1974 (15.04.74), Claims of Utility Model; Fig. 3 (Family: none)	55, 56
A	JP 2000-54145 A (Komatsu Ltd.), 22 February, 2000 (22.02.00), Fig. 1 (Family: none)	64, 65

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/205, H01L21/31, C23C16/40, C23C16/455

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/205, H01L21/31, C23C16/40, C23C16/455

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2001年

日本国登録実用新案公報 1994-2001年

日本国実用新案登録公報 1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P 9-162129 A (株式会社日立製作所), 20. 6月. 1997 (20. 06. 97), 図2, 段落番号【0028】-【0043】 (ファミリーなし)	1, 2, 7, 9, 10, 13-15, 20, 35, 43, 46, 47, 62, 63
Y		3-5, 10, 11, 21-23, 55, 56
X	J P 7-94419 A (株式会社日立製作所), 7. 4月. 1995 (07. 04. 95), 図1, 図2, 段落番号【0022】-【0036】, 段落番号	1, 2, 7, 9, 13- 15, 25, 30-33, 40, 41, 43, 46,

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

22. 10. 01

国際調査報告の発送日

06.11.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

藤原 敬士

4 R

8406

電話番号 03-3581-1101 内線 6365

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
<u>Y</u>	【0043】 (パテントファミリーなし)	47, 55, 56, 3-5, 10, 11, 21-23, 61-63
Y	JP 7-321056 A (ソニー株式会社), 8. 12月. 1995 (08. 12. 95), 図1, 段落番号【0006】-【0014】, 【0022】 (ファミリーなし)	3-5, 10, 11
Y	JP 2000-12470 A (信越半導体株式会社), 14. 1月. 2000 (14. 01. 00), 図1 (ファミリーなし)	3-5, 11
Y	JP 4-186825 A (富士電気株式会社), 3. 7月. 1992 (03. 07. 92), 第2図, 第4図 (ファミリーなし)	3, 4, 11
Y	US 5994676 A (SGS-Thomson Microelectronics S. A.), 30. 11月. 1999 (30. 11. 99), Fig. 1B & JP 9-232241 A & FR 2744139 A1 & EP 787839 A1	21
Y	JP 2-30119 A (松下電器産業株式会社), 31. 1月. 1990 (31. 01. 90), 第1図, 第2図 (ファミリーなし)	21, 22
Y	EP 606737 A (信越半導体株式会社), 20. 7月. 1994 (20. 07. 94), 図8 & JP 6- 232060 A, 図8 & US 5421288 A & US 54 87358 A	22, 23
Y	JP 49-42858 U (東京芝浦電気株式会社), 15. 4月. 1974 (15. 04. 74), 実用新案登録請求の 範囲, 第3図 (ファミリーなし)	55, 56
A	JP 2000-54145 A (株式会社小松製作所), 22. 2月. 2000 (22. 02. 00), 図1 (ファミリーなし)	64, 65